

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 2 7 2 5 3
Application Number:

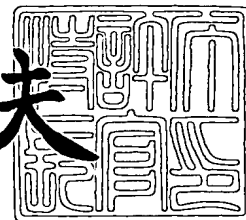
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 2 7 2 5 3]

出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 020912JP

【提出日】 平成15年 2月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 29/02

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 片岡 顕二

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 日下 康

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100107331

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 中村 聡延

 【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

 【識別番号】 100099645

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山本 晃司

 【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104765

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 江上 達夫

 【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】**【予納台帳番号】** 131957**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の停止始動制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の停止時に、当該内燃機関のクランク角度を所定のクランク角度範囲内に制御する停止制御手段と、

前記内燃機関の始動時に、クランキング手段により前記内燃機関を始動する始動制御手段と、を備え、

前記始動制御手段は、前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合と前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止している場合とで、異なる態様で前記内燃機関を始動することを特徴とする内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 2】 前記クランキング手段は電動機であり、前記始動制御手段は、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止していない可能性がある場合には、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止した場合に比べて、大きなトルクを前記電動機により付与して前記内燃機関を始動することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 3】 前記始動制御手段は、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止した場合には第 1 の電動機により前記内燃機関を始動し、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止していない可能性がある場合には前記第 1 の電動機とは異なる第 2 の電動機により前記内燃機関を始動することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 4】 前記第 1 の電動機は、モータ及び発電機として機能するモータジェネレータであり、前記第 2 の電動機は、モータとして機能する D C スタータであることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 5】 前記始動制御手段は、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止した場合には前記内燃機関の停止時に供給した燃料を膨張行程時に燃焼させることにより前記内燃機関を始動し、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止していない可能性がある場合には前記電動機により前記内燃機関を始動することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 6】 前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合とは、前記内燃機関の停止時における実際のクランク角度が前記所定のクランク角度範囲外である場合であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 7】 前記実際のクランク角度は、前記内燃機関のクランク角度を検出するクランク角センサから出力されることを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 8】 前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合とは、前記内燃機関の停止時におけるクランク角度の推定処理の推定精度が所定の基準より低い場合であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 9】 前記推定処理は、前記内燃機関のクランク角センサからの出力と、前記クランキング手段として機能する電動機からの回転検出出力とに基づいて、前記クランク角度を推定する処理であることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 1 0】 前記推定処理は、前記電動機からの回転検出出力を前記クランク角センサからの出力によって補正することを特徴とする請求項 9 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 1 1】 前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合とは、前記内燃機関の停止後に前記クランク角度が変化した可能性がある場合であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 1 2】 前記クランク角度が変化した可能性がある場合とは、前記内燃機関の停止後に外力を受けることにより、前記クランク角度が変化した場合であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【請求項 1 3】 前記停止制御手段は所定の停止条件が具備された場合に前記内燃機関を自動停止させ、前記始動制御手段は所定の始動条件が具備された場合に前記内燃機関を自動始動することを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか一項に記載の内燃機関の停止始動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の停止時にクランク角度停止位置制御を実行し、その停止後のクランク角度停止位置の状態に応じて、最適なエンジン始動方法を選択する車両の停止始動制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近時、環境保全若しくは省資源エネルギー化等の観点から、アイドリング時の燃料消費量及び排出ガスの低減などを図るため、車両を停止させるとエンジンを自動停止し、停止状態から発進指示があるとエンジンを自動的に再始動して車両を発進させるエンジン停止始動制御装置が知られている。

【0003】

また、エンジン始動時における始動性の向上を図るため、車両停止時にスタータを正転させたとき、クランク角度がスタータの始動トルクが増大するクランク角度停止位置であったときは、車両発進までの間に、その始動トルクが小さくなるクランク角度停止位置までクランクシャフトを逆転させて、スタータによりエンジンの再始動を行うエンジン始動装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

さらに、前記同様の目的として、膨張行程にある気筒に燃料を供給しておき、エンジン始動時にその気筒内の燃料を着火させてスタータを作動させずにエンジン始動を行うエンジン始動装置が知られている（例えば、特許文献2参照）。

【0005】

【特許文献1】

特開2000-283010号公報

【特許文献2】

特開2002-4985号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述したエンジン始動装置において、クランク角センサに不具合が生じるなどして、クランク角を、所望するクランク角停止位置に停止させることができなかった場合には、エンジンの始動トルクが増大するためスタータによるエンジンの再始動が失敗する可能性がある。エンジンの再始動が失敗したときには、再度スタータによりエンジンを再始動するようにすれば良いが、これでは迅速なエンジン再始動を行うことができず、ドライバビリティが低下する。

【0007】

特に、エンジン自動停止・自動始動可能なエンジン停止始動制御装置を備えるエコラン車両やハイブリット車両などに対して、上述したエンジン再始動方法を適用した場合には、エンジンの停止・始動が頻繁に行われるため、より一層ドライバビリティの低下が問題となる。

【0008】

本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、停止制御後におけるクランク角度停止位置の状態に応じて、迅速かつ確実にエンジンを再始動させるエンジン始動制御方法を提供することを課題とする。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

本発明の1つの観点では、内燃機関の停止時に、当該内燃機関のクランク角度を所定のクランク角度範囲内に制御する停止制御手段と、前記内燃機関の始動時に、クランキング手段により前記内燃機関を始動する始動制御手段と、を備え、前記始動制御手段は、前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合と前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止している場合とで、異なる態様で前記内燃機関を始動する。

【0010】

上記の内燃機関の停止始動制御装置によれば、例えばアイドリングストップ時などにおいて、クランク角度が所定のクランク角度範囲内となるように内燃機関が停止制御される。所定のクランク角度範囲とは、次の始動時に必要なエネルギーが小さいクランク角度の範囲とすることができる。そして、始動時に、内燃

機関が所定のクランク角度の範囲内で停止している場合には、所定のクランキング手段により内燃機関が始動される。しかし、前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合には、前記クランキング手段による内燃機関の始動態様とは異なる態様によって始動を行う。これにより、機関停止後のクランク角度位置に応じて、適切なクランキング手段により、迅速かつ確実に内燃機関の始動を行うことができる。

【 0 0 1 1 】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の一態様では、前記クランキング手段は電動機であり、前記始動制御手段は、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止していない可能性がある場合には、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止した場合に比べて、大きなトルクを前記電動機により付与して前記内燃機関を始動する。内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止していない可能性がある場合は、次回の始動に大きなトルクを必要とすることが予想される。よって、その場合には大きなトルクを電動機により付与して確実に機関を始動させる。

【 0 0 1 2 】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の一態様では、前記始動制御手段は、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止した場合には第 1 の電動機により前記内燃機関を始動し、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止していない可能性がある場合には前記第 1 の電動機とは異なる第 2 の電動機により前記内燃機関を始動する。この態様によれば、トルクの大きな電動機と小さな電動機を使用し、機関が所定のクランク角度範囲内で停止した場合にはトルクの小さな電動機を使用し、所定のクランク角度範囲内で停止していない可能性がある場合はトルクの大きな電動機で確実に機関を始動する。

【 0 0 1 3 】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の一態様では、前記第 1 の電動機は、モータ及び発電機として機能するモータジェネレータであり、前記第 2 の電動機は、モータとして機能する DC スタータである。この態様によれば、第 1 の電動機は、モータとしての機能を有すると共に、発電機としても機能することが可能であ

る。よって、第2の電動機が発電機として機能する場合には、車両の減速等の制動時に、発電した電力を電源装置に供給し充電を行うことができる。一方、第2の電動機は、初めの内燃機関の始動時に使用され、モータとしての機能を有するDCスタータとすることができる。

【0014】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の一態様では、前記始動制御手段は、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止した場合には前記内燃機関の停止時に供給した燃料を膨張行程時に燃焼させることにより前記内燃機関を始動し、前記内燃機関が所定のクランク角度範囲内で停止していない可能性がある場合には前記電動機により前記内燃機関を始動する。この態様によれば、機関が所定のクランク角度範囲内で停止した場合には始動に要するエネルギーは比較的小さくてすむので、機関の停止時に供給した燃料を膨張行程時に燃焼させることにより前記内燃機関を始動する。一方、所定のクランク角度範囲外で機関が停止した可能性がある場合は、大きなトルクを必要とするので、電動機で確実に機関を始動する。

【0015】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の一実施例においては、前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合とは、前記内燃機関の停止時における実際のクランク角度が前記所定のクランク角度範囲外である場合とすることができる。また、他の実施例では、前記実際のクランク角度は、前記内燃機関のクランク角度を検出するクランク角センサから出力される。よって、正確且つ確実に実際のクランク角度を検出することができる。

【0016】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の実施例においては、前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合とは、前記内燃機関の停止時におけるクランク角度の推定処理の推定精度が所定の基準より低い場合とすることができる。また、他の実施例では、前記推定処理は、前記内燃機関のクランク角センサからの出力と、前記クランキング手段として機能する電動機からの回転検出出力とに基づいて、前記クランク角度を推定する処理である。

この態様によれば、クランク角センサからの出力と、電動機からの回転検出出力とに基づいてクランク角度を推定するようにしているので、高精度にクランク角度の推定を行うことができる。さらに、他の実施例では、前記推定処理は、前記電動機からの回転検出出力を前記クランク角センサからの出力によって補正する。この態様によれば、電動機は、クランクシャフトの回転出力を高精度に検出でき、尚且つ、その逆転検出も可能である。しかし、電動機からの回転検出出力においては、電動機のプーリとクランクシャフトプーリとを連結するベルトのずれなどによって、積算誤差が生じる。このため、その誤差分をクランク角センサからの出力によって補正する。これにより、クランク角度を絶対的な角度で、尚且つ高精度に検出することができる。

【0017】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の他の実施例においては、前記内燃機関が所定のクランク角度の範囲内で停止していない可能性がある場合とは、前記内燃機関の停止後に前記クランク角度が変化した可能性がある場合とすることができる。また、他の実施例では、前記クランク角度が変化した可能性がある場合とは、前記内燃機関の停止後に外力を受けることにより、前記クランク角度が変化した場合である。この態様によれば、クランク角度が変化した可能性がある場合とは、内燃機関の停止後に、例えば、登坂車線などで停車した場合に、その勾配による外力によって車両が動かされてしまった場合などにより、クランク角度が変化した場合とすることができる。

【0018】

上記の内燃機関の停止始動制御装置の一態様では、前記停止制御手段は所定の停止条件が具備された場合に前記内燃機関を自動停止させ、前記始動制御手段は所定の始動条件が具備された場合に前記内燃機関を自動始動する。この態様によれば、いわゆるエコラン車両又はハイブリット車両などのアイドリングストップ制御に対して、本発明の内燃機関の停止始動制御を好適に適用することができる。これにより、停止制御後のクランク角度停止位置の状態に応じて、適切なクランキング手段を選択し、迅速かつ確実に内燃機関を始動することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0020】

〔車両の構成〕

まず、本発明に係る内燃機関の停止始動制御を適用した車両の概略構成を説明する。本発明に係る内燃機関の停止始動制御は、アイドリングストップ技術を適用したいわゆるエコラン車両又はハイブリット車両などを対象とする。「エコラン車両」とは、主としてエンジンの始動を目的とした電動機（モータジェネレータ）を搭載し、アイドリングストップによるエンジンの停止後、モータジェネレータによりエンジンを自動的に再始動する車両である。また、「ハイブリット車両」とは、エンジン及びモータジェネレータをそれぞれ動力源とするパワートレインである。ハイブリット車両では、走行状態に応じてエンジン及びモータジェネレータの両者を協働させ、あるいは使い分けて、滑らかでレスポンスのよい動力性能を得ることができる。

【0021】

図1に、本発明に係る車両10のシステム構成を示す。

【0022】

車両10は、図1に示すように、DCスタータ1と、エンジン2と、エンジン2から出力される駆動力により発電すると共にエンジン2を始動する際のセルモータとして駆動可能なモータジェネレータ3と、モータジェネレータ3等を制御するためのモータ制御装置4と、モータ制御装置4を介してモータジェネレータ3等と電力の授受を行う電源装置5と、モータジェネレータ3、モータ制御装置4及び電源装置5を各々接続する電源ケーブル6と、エンジン2から発生する駆動力を車輪に伝える動力伝達装置7と、車輪8とを備える。

【0023】

次に、上記各構成について、図1を参照して説明する。

【0024】

DCスタータ1は、エンジン2を始動させる直流方式のセルモータである。DCスタータ1はシャフトを有し、イグニションスイッチがオン状態とされること

により、12V電源装置からの電力供給を受けて、そのシャフトを回転させる。DCスタータ1のシャフトが回転することにより、エンジン2のクランクシャフトが回され、エンジン2を始動する。具体的には、DCスタータ1のシャフトの先端部には、ピニオンギアが取り付けられている。ピニオンギアは、エンジン2のクランクシャフトに設けられたフライホイールのリングギアと噛み合っている。そのため、DCスタータ1は、エンジン2の始動により12V電源装置から電力供給を受けると、そのピニオンギアがフライホイールのリングギアと噛み合って回転し、フライホイールを回転させる。これにより、所定気筒数のピストンが連結されたクランクシャフトが回転させられるため、その回転駆動力によりエンジン2を始動することができる。なお、エンジンの始動のためにクランクシャフトを駆動することを「クランキング」と呼ぶ。

【0025】

エンジン2は、シリンダ内の混合気を爆発させて、動力を発生する内燃機関である。内燃機関には、ガソリンを燃料とするガソリンエンジン、又は軽油などを燃料とするディーゼルエンジンなどがある。ガソリンエンジンには、クランクシャフトが2回転する間に、吸気、圧縮、膨張、排気の1サイクルを完了して動力を発生する4サイクルガソリンエンジン、又はクランクシャフトが1回転する間に前記の1サイクルを完了する2サイクルガソリンエンジンがある。なお、本実施形態における車両10は、4サイクルガソリンエンジンであるとする。

【0026】

図2にエンジン2の概略構成の一例を示す。

【0027】

シリンダヘッド12に形成された吸気ポート24は吸気バルブ26により開閉される。吸気ポート24への吸気の供給は、吸気通路28を介してなされる。吸気通路28にはサージタンク30が設けられ、サージタンク30の上流にはスロットルバルブ32が設けられている。スロットルバルブ32は電動モータ34により開度（スロットル開度TA）が調整され、このスロットル開度TAはスロットル開度センサ36により検出されている。

【0028】

エンジン 2 はいわゆるポート噴射型のエンジンであり、吸気ポート 24 に燃料噴射弁 14 が設けられている。吸気ポート 24 内の吸気と、吸気ポート 24 内に噴射された燃料により混合気が生成され、シリンダブロック 16、ピストン 18 及びシリンダヘッド 12 により区画された燃焼室 20 内に導入される。燃焼室 20 の天井部分には点火プラグ 22 が配置され、吸気ポート 24 から導入された混合気に対して点火可能としている。なお燃料噴射弁 14 には高圧燃料ポンプ（図示略）からデリバリパイプ 14a を介して高圧燃料が供給されている。このことにより、圧縮行程末期においても燃料噴射弁 14 から燃焼室 20 内に燃料噴射が可能となっている。このデリバリパイプ 14a 内の燃料圧力は燃圧センサ 14b により検出されている。

【0029】

また、シリンダヘッド 12 に形成された排気ポート 38 は排気バルブ 40 により開閉される。燃焼室 20 から排気ポート 38 に排出された排気は、排気通路 42 及び排気浄化触媒（図示略）等を介して外部に排出される。

【0030】

燃焼室 20 内での混合気の燃焼に伴うピストン 18 の往復運動は、コンロッド 44 を介してクランクシャフト 46 の回転運動に変換される。クランクシャフト 46 は図示しないトルクコンバータや変速機を介して車輪 8 に動力を伝達している。

【0031】

また、このような動力伝達系とは別に、クランクシャフト 46 の一端は電磁クラッチ 48 を介してプーリ 50（以下、「クランクシャフトプーリ」とも呼ぶ。）に接続されている。このプーリ 50 は、ベルト 52 により他の 3 つのプーリ 54、56、58 との間で動力の伝達が可能とされている。本例では、プーリ 54 によりエアコン用コンプレッサ 60 が駆動可能とされ、プーリ 56 によりパワーステアリングポンプ 62 が駆動可能とされている。もう一つのプーリ 58（以下、「MG プーリ」とも呼ぶ。）は、モータジェネレータ 3 に連結されている。モータジェネレータ 3 は MG プーリ 58 側からのエンジン駆動力により発電を行う発電機としての機能と、MG プーリ 58 側へモータジェネレータ 3 の駆動力を供

給する電動機としての機能とを併せ持っている。マイクロコンピュータを中心として構成されているECU70 (Engine Control Unit) は、入出力装置、記憶装置、中央処理演算装置、などから構成され、車両10のシステムを統括制御する。ECU70は、エンジン2に搭載された各センサなどからの入力情報などに基づいて、車両10を最適な状態に制御する。具体的には、ECU70は、前述した燃圧センサ14bから燃料圧力、スロットル開度センサ36からスロットル開度TA、モータジェネレータ3内蔵の回転数センサからモータジェネレータ回転数、電源装置5の電圧あるいは充放電時の電流量、イグニッションスイッチ72のスイッチ状態、車速センサ74から車速SPD、アクセル開度センサ76からアクセルペダルの踏み込み量 (アクセル開度ACCP)、ブレーキスイッチ78からブレーキペダルの踏み込み有無、エンジン回転数センサ80からクランクシャフト46の回転数 (エンジン回転数NE)、エアフロメータ82から吸入空気量GA、冷却水温センサ84からエンジン冷却水温THW、アイドルスイッチ86からアクセルペダルの踏み込み有無状態、排気通路42に設けられた空燃比センサ88から空燃比検出値Vox、カム角センサ92からカムシャフトの回転位置を、クランク角センサ90からクランクシャフトの回転角度 (クランク角度) を、それぞれ検出している。

【0032】

クランク角センサ90は、被検出物 (例えば、金属など) を検出することが可能な磁気式センサなどであり、エンジン2内のクランクシャフト46近傍の所定の位置に設けられる。即ち、クランクシャフト46上の所定の位置には、外周に凹凸が形成された歯車 (以下、「シグナルロータ」と呼ぶ。) が取り付けられるが、クランク角センサ90は、そのシグナルロータの歯数を検出することが可能な位置に設けられる。また、クランク角センサ90は、クランクシャフト46の回転角度 (以下、「クランク角度」と呼ぶ。) を例えば10～30°CA程度の分解能で検出することができる。クランクシャフト46が回転するとシグナルロータもそれに連動して回転する。このとき、クランク角センサ90は、そのシグナルロータの歯数を検出し、パルス信号としてECU70などに出力する。ECU70は、クランク角センサ90から出力されたパルス信号をカウントして、そ

れをクランク角度に変換する。これにより、ECU70などは、クランク角度を検出する。また、クランク角センサ90は、エンジン2内に直接設けられるため、クランク角度を絶対角度として検出することができる。

【0033】

なお、クランク角センサ90は、シグナルロータの歯数を1つ検出すると、1つのパルス信号をECU70などに出力する。このため、クランク角センサ90から出力されるパルス信号は、クランクシャフト46が正転しても、あるいは逆転しても同様の出力状態となるため、ECU70などは、クランクシャフト46の正転又は逆転の別を検出することができない。

【0034】

このようにして得られたデータに基づいて、ECU70は、電動モータ34を駆動してスロットル開度TAを調整するとともに、燃料噴射弁14からの噴射時期を調整する。更に自動停止条件が成立すると、燃料噴射弁14からの燃料噴射を停止して、エンジン2の運転を自動停止させる。また、自動始動条件が成立するとモータジェネレータ3の駆動力により、プーリ58、ベルト52、プーリ50及び電磁クラッチ48を介してクランクシャフト46を回転させ、エンジン2を始動させる。更に、ECU70は、点火時期制御、その他の必要な制御を実行している。

【0035】

モータジェネレータ3は、プーリ50、プーリ58及びベルト52を通じて、クランクシャフト46と連結されている。クランクシャフト46に連結されたクランクシャフトプーリ50又はモータジェネレータ3に連結されたMGプーリ58の一方が回転駆動することにより、ベルト52を介して他方に動力が伝達される。

【0036】

モータジェネレータ3は、後述する電源装置5からの電力供給を受けて回転駆動するモータ（電動機）としての機能を有するとともに、車輪8からの回転駆動力を受けて回転している場合には三相コイルの両端に起電力を生じさせるジェネレータ（発電機）としての機能を併せ持つ。モータジェネレータ3が電動機とし

て機能する場合には、モータジェネレータ 3 は電源装置 5 からの電力供給を受けて回転し、その回転駆動力をクランクシャフトプーリ 50 に伝達してクランクシャフト 46 を回転させエンジン 2 を始動する。一方、モータジェネレータ 3 が発電機として機能する場合には、車輪 8 からの回転駆動力がクランクシャフト 46 及びクランクシャフトプーリ 50 を介してモータジェネレータ側の MG プーリ 58 に伝達され、モータジェネレータ 3 を回転させる。モータジェネレータ 3 が回転することによってモータジェネレータ 3 内で起電力が発生し、その起電力が、モータ制御装置 4 を介して直流電流に変換され、電源装置 5 に電力を供給する。これにより、電源装置 5 は充電される。

【0037】

図 1 に戻り、モータ角センサ 3a は、検出部にホール素子などが好適に適用され、モータジェネレータ 3 内の所定の位置に設けられる。モータ角センサ 3a は、モータジェネレータ 3 のシャフトの回転角度を、概ね 7.5° CA 単位の高い分解能で検出することができる。モータジェネレータ 3 が電源装置 5 からの電力供給を受けて回転駆動すると、モータ角センサ 3a は、そのシャフトの回転角度を検出する。具体的には、モータ角センサ 3a は、U、V、W の各相の交流電流をそれぞれ検出できるように、それらの各相に設けられる。各モータ角センサ 3a は、U、V、W の各相の交流電流をそれぞれ検出してパルス信号に変換し、モータ制御装置 4 に出力する。

【0038】

モータ制御装置 4 は、エンジン 2 内に設けられ、モータジェネレータ 3 及び電源装置 5 と電源ケーブル 6 によりそれぞれ接続される。モータ制御装置 4 は、主として、インバータ、コンバータ、又は制御用コンピュータなどから構成される。

【0039】

インバータは、電源装置 5 からの高電圧直流電流を所定の 3 相交流電流に変換して、モータジェネレータ 3 に電力を供給する。また、インバータは、逆にモータジェネレータ 3 から生じた起電力（3 相交流電流）を、電源装置 5 を充電するのに適した直流電流に変換する。

【0040】

コンバータは、所定の直流電圧から所定の直流電圧へ変換するDC/DC変換装置である。即ち、コンバータは、電源装置5の定格電圧（例えば、36V電圧）を所定の電圧（例えば、12V電圧）に降圧して、補機類などの駆動、又は車両に搭載された12V電源装置への充電を行う。

【0041】

制御用コンピュータは、インバータやコンバータの制御を行う。即ち、制御用コンピュータは、モータジェネレータ3の駆動トルクや発電量を最適な状態に制御すると共に、電源装置5への充電量を最適な状態に制御して充電を行う。具体的には、モータジェネレータ3が電動機として機能する場合には、制御用コンピュータは、電源装置5から供給された電力に基づいて、モータジェネレータ3の駆動トルクや発電量の制御を行う。これにより、モータジェネレータ3が電動機として機能するのに最適な状態に制御される。一方、モータジェネレータ3が発電機として機能する場合には、制御用コンピュータは、モータジェネレータ3から生じた起電力に基づいて、所定の直流電流を電源装置5に供給して電源装置5の充電を行う。

【0042】

また、モータ制御装置4は、上述したモータ角センサ3aから出力されたパルス信号の数をカウントすることにより、モータジェネレータ3のシャフトの回転角度に変換する。さらに、モータ制御装置4は、その変換後の回転角度に基づいてクランクシャフトプーリ50とMGプーリ58との回転比率からクランク角度への変換を行う。これにより、モータ制御装置4は、クランク角度を、概ね3°CA単位の高い分解能で検出することができる。

【0043】

さらに、モータ制御装置4は、モータジェネレータ3のシャフトの正転又は逆転の別を検出することもできる。即ち、モータジェネレータ3のシャフトが正転したときと、逆転したときではU、V、Wの各相のパルス信号の出力状態が異なる。モータジェネレータ3のシャフトが正転したときのU、V、Wの各相のパルス信号は、位相差により、先ずU相のパルス信号が一定時間出力され、その後遅

れてV相のパルス信号が一定時間出力され、さらにその後遅れてW相のパルス信号が一定時間出力され、それらが周期的に繰り返される出力状態となる。これに対し、モータジェネレータ3のシャフトが逆転したときのU、V、Wの各相のパルス信号は、正転の場合とは逆のパルス信号の出力状態となる。つまり、W相、V相、U相の順にパルス信号が一定時間それぞれ周期的に繰返される出力状態となる。そのため、モータ制御装置4は、それらの位相差を利用してモータジェネレータ3のシャフトの正転又は逆転の別を検出することができる。

【0044】

電源装置5は、鉛蓄電池、ニッケル水素電池などの2次電池である。電源装置5は、車両10のスペースの効率化などを図るため、例えば、車両10の後部などに設置される。電源装置5は、例えば、36Vなどの定格電圧とすることができる。そのため、電源装置5は、モータジェネレータ3の起動、又は車両制動時におけるエネルギー回生などにおいて高い入出力特性を有する。電源装置5は、具体的には、補機類やモータジェネレータ3などに対して電力を供給する。モータジェネレータ3への電力供給は、主として、車両10が停止中に行われる。また、車両10が走行中、あるいは制動時の場合には、モータジェネレータ3から発生する起電力がモータ制御装置4を介して、直流電流に変換され電源装置5に供給される。これにより、電源装置5を充電することができる。

【0045】

電源ケーブル6は、上述したように、モータジェネレータ3とモータ制御装置4、及びモータ制御装置4と電源装置5とにそれぞれ接続され、直流電流や3相交流電流を流す役割を果たす。

【0046】

動力伝達装置7は、主として、トルクコンバータ、ロックアップクラッチ、変速機、動力切換機構などから構成される。これらが有機的に作用することにより、動力伝達装置7は、走行状態などに応じて、エンジン2、又はモータジェネレータ3から発生する回転駆動力を車輪8に伝達し又は遮断する。また、動力伝達装置7は、制動時などにおいては、逆に車輪8からの回転駆動力をモータジェネレータ3に伝達する。

【0047】

車輪 8 は、動力伝達装置 7 からの回転駆動力を路面に伝える車軸、及びタイヤなどである。本実施形態においては、車輪 8 として後輪を図示している。

【0048】

次に、クランク角センサ 90 とカム角センサ 92 の例について説明する。

【0049】

図 3 に示すように（図 2 では図示を略している）、クランクシャフト 46 にはシグナルロータ 91 が取り付けられている。このシグナルロータ 91 の外周部には、クランクシャフト 46 の軸線を中心として等角度間隔（ここでは 10° 間隔）に配置された 34 個の歯（突起部分）91a と、1 個の幅広の欠歯（歯が存在しない部分）91b が設けられている。欠歯 91b の長さは、歯 91a の 2 個分に相当する。そして、シグナルロータ 91 の外周部に対向して、クランク角センサ 90 が設けられている。クランクシャフト 46 が回転した場合には、シグナルロータ 91 の各歯 91a および欠歯 91b が順次クランク角センサ 90 の近傍を通過することにより、クランク角センサ 90 からはそれら各歯 91a および欠歯 91b の通過数に対応したパルス状の回転信号（以下「NE 信号」と称する）が出力される。

【0050】

一方、吸気カムシャフト 27 の外周面には 3 個の突起 27a, 27b, 27c が吸気カムシャフト 27 の軸線を中心として 90° (180° CA に相当する) 間隔に配列して設けられている。したがって両端の突起 27a と突起 27c との間隔は 180° (360° CA に相当する) となっている。これら突起 27a ~ 27c に対向するように、突起 27a ~ 27c を検出して検出信号を出力するカム角センサ 92 が設けられている。吸気カムシャフト 27 が回転した場合には、突起 27a ~ 27c がカム角センサ 92 の近傍を通過する。これにより、カム角センサ 92 からは、突起 27a ~ 27c のそれぞれの通過に対応してパルス状の検出信号が出力される。

【0051】

ここで、エンジン 2 が駆動している時において ECU 70 に入力されるクラン

クランク角センサ 90、およびカム角センサ 92 からの信号を図 4 に示す。図 4 (a) は吸気カムシャフト 27 の回転に伴いカム角センサ 92 内に発生する電圧波形を示すものである。図 4 (b) は、図 4 (a) の電圧波形をパルス状のカム角信号 (G2 信号) に変換したものである。図 4 (c) はクランクシャフト 46 の回転に伴いクランク角センサ 90 内に発生する電圧波形を示すものである。図 4 (d) は図 4 (c) の電圧波形を NE 信号に変換したものである。本例では、NE 信号のうち、歯 91a に対応するパルス数は、クランクシャフト 46 の 1 回転 (360° CA) 当たり 34 個となっている。また、クランク角センサ 90 から出力される回転信号のうち、欠歯 91b に対応する部分ではパルスの間隔が 2 パルス存在しないことにより広くされている。このパルス間隔が広い部分の数は、クランクシャフト 46 の 1 回転 (360° CA) 当たり 1 つとなっている。

【0052】

ECU70 は、上述したクランク角センサ 90 の NE 信号およびカム角センサ 92 からのカム角信号に基づきクランクシャフト 46 および吸気カムシャフト 27 の回転位相を検知する。そして、ECU70 は、クランクシャフト 46 および吸気カムシャフト 27 の回転位相から各気筒 (#1 ~ #4) について気筒判別を行い、それら各気筒 (#1 ~ #4) のうち燃料噴射や点火を行うべき気筒を選択する。

【0053】

[車両の動作]

次に、上記の構成からなる車両 10 の動作について説明する。車両 10 は、停車、発進、通常走行、加速走行、又は制動などの各運転状態に応じて、各種の動作を行う。

【0054】

車両 10 の自動停止 (アイドリングストップ) 中では、エンジン 2 は停止状態である。この状態において、エアーコンプレッサ、ウォーターポンプ、又はパワーステアリングポンプなどの補機類の駆動が必要な場合には、モータジェネレータ 3 は、エンジン 2 を駆動させることなく、電源装置 5 からの電力供給を受けて、それらの補機類を駆動する。ただし、エンジン 2 とモータジェネレータ 3 とは各

々のプーリを介してVベルトで回動自在に接続されているため、この状態においては、モータジェネレータ3のシャフトが回転することにより、その回転駆動力がエンジン2に伝達されてしまう。そこで、上記補機類のみを駆動するためには、エンジン2のクランクシャフトが回転しないように電磁クラッチを作動させて、モータジェネレータ3からの回転駆動力を遮断する。これにより、エンジン2を駆動させることなく、補機類のみ駆動させることができる。

【0055】

車両10の発進時、即ち、アイドリングストップ状態のときに運転者がブレーキペダルから足を離すと、モータジェネレータ3は、アイドリング回転数付近まで回転数を上昇する。そして、運転者がアクセルペダルを踏むことにより、モータジェネレータ3はエンジン2のクランクシャフトを回転させてエンジン2を自動再始動する。また、ブレーキオフ操作、つまり運転者がブレーキペダルから足を離した状態から一定時間が経過した場合においても、最適な動力性能を得るためエンジン2を自動再始動することができる。

【0056】

通常走行時には、車両10は、一般的な車両と同様にエンジン2からの駆動力が車輪8に伝達されて走行する。なお、通常走行時において電源装置5の電圧が低下している場合には、車輪8からの駆動力がモータジェネレータ3に伝達されてモータジェネレータ3が発電を行う。これにより、モータジェネレータ3は発電機として機能し、電源装置5の不足する電力を補充するために、電源装置5に対して充電を行う（以下、この運転状態を「回生」と呼ぶ。）。よって、電源装置5は、常時、適正な充電状態に維持される。

【0057】

車両10が登坂走行や加速走行をするときには、適切な動力性能を発揮するため、前記した通常走行時の状態に加えて、電源装置5の電力を使用してモータジェネレータ3を駆動し、モータジェネレータ3による回転駆動力をエンジン2の回転駆動力に付与することができる（以下、この運転状態を「アシスト」と称する。）これにより、車両10は、エンジン2及びモータジェネレータ3の2つの動力源を効果的に使用して、高い動力性能を得ることができる。

【0058】

減速などにおける制動時には、車輪 8 による駆動力が、動力伝達装置 7、エンジン 2 を介してモータジェネレータ 3 に伝達され回生が行われる。

【0059】

[エンジンの停止制御]

次に、上述した車両 10 のエンジンの停止制御について説明する。上述したように、車両 10 は、走行停止時にはアイドリングストップ、つまりエンジン 2 を自動停止する。その後、運転者が、ブレーキペダルから足を離すと同時にモータジェネレータ 3 はエンジン 2 のアイドリング回転数付近まで回転を上昇する。そして、運転者がアクセルペダルを踏むことによりモータジェネレータ 3 が回転駆動し、その回転駆動力によりエンジン 2 を自動再始動させる。このとき、車両 10 では、エンジン 2 の自動始動時にスムーズな発進を可能とするために、アイドリングストップ時にエンジン 2 の内部において、クランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止するように制御される。以下の例では、車両停止時におけるエンジンの慣性エネルギーを効果的に活用して正確な停止制御を行う。

【0060】

以下、クランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させる方法について述べる。なお、最適なクランク角度停止位置は、圧縮行程にある気筒において、エンジン 2 の再始動時に圧縮行程上死点の乗越しが容易なクランク角度の停止位置とすることができる。例えば、本例のような 4 気筒エンジンの場合、クランク角度停止位置がクランク角度 90° CA \sim 120° CA の範囲内にあれば最適なクランク角度停止位置となる。

【0061】

概要を説明すると、通常車両 10 の停止制御方法は、ECU 70 がアイドリング状態から所定のタイミングでエンジン 2 への燃料カットを実行し、その後のエンジン 2 の有する慣性エネルギーによって自然とエンジン 2 を停止させる。しかし、燃料カット時のエンジン回転数の大きさによってエンジン 2 の有する慣性エネルギーは毎回まちまちとなり、それに連動してクランク角度停止位置も毎回異なってしまう。そのため、通常車両 10 の停止制御方法では、クランク角度

を最適なクランク角度停止位置に停止制御させることが困難となり、実際に車両が停止した際のクランク角度停止位置によっては次回のエンジン始動負荷が大きくなる。よって、モータジェネレータ 3 の有する出力トルクとの関係では、エンジン 2 のクランクシャフトを回転させることができず、エンジン 2 の自動再始動が失敗する確率が高くなる。

【0062】

そこで、本例においては、燃料カット後のエンジン回転数を所定のタイミングで一定にすることにより、その時点においてエンジン 2 が有する慣性エネルギーを一定にする。そして、その後はその時点でエンジン 2 が有する慣性エネルギーを利用してエンジン 2 の回転を停止させる。これにより、毎回確実に、クランク角度を最適なクランク角度停止位置へ停止制御させることができる。

【0063】

特に本例においては、エンジン回転数を一定にさせる方法としてモータジェネレータ 3 を使用する。つまり、燃料カット後のクランクシャフトに所定のタイミングでモータジェネレータ 3 からの回転駆動力を付与することで（以下、「モータリング」と呼ぶ。）、エンジン 2 の有する慣性エネルギーを一定にする。これにより、エンジン停止時のクランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させる。クランク角度が最適なクランク角度停止位置にあれば、エンジン始動時におけるエンジン始動負荷を最小限にすることができ、エンジン 2 の自動再始動の失敗を効果的に防止することができる。

【0064】

モータジェネレータ 3 を利用したエンジン停止時の回転数制御の様子を図 5 に示す。図 5 において、波形 100 は本実施形態のエンジン停止制御によるエンジン回転数の変化を示す。波形 101 はエンジン停止制御における燃料カット信号波形を示し、燃料カット信号が H レベルになると燃料カットを実行する。波形 102 はモータジェネレータ 3 の駆動信号（MG 駆動信号）波形を示し、H レベルの区間でモータジェネレータ 3 が駆動される。

【0065】

今、時刻 t_0 で運転者がアクセルペダルを離したとすると、時刻 t_0 以降はエン

ジン 2 の回転数は、ほぼそのエンジンのアイドル回転数 $NE1$ となる。時刻 $t1$ において運転者がブレーキペダルを踏み込んだとすると、その時点で ECU 70 は燃料カット信号を H レベルとし、燃料カットを指示する。時刻 $t1$ にて燃料カットが実行されると、エンジン 2 の回転数は徐々に低下する。ECU 70 は、エンジン回転数が予め決められたモータ設定回転数 $NE2$ まで低下したことを検出すると（時刻 $t2$ ）、MG 駆動信号を H レベルとし、モータジェネレータ 3 を駆動させ、エンジン 2 をモータジェネレータ 3 による駆動に切り替える。

【0066】

そして、所定期間（時刻 $t2 \sim t3$ ）にわたりモータジェネレータ 3 は予め決定されたモータ設定回転数 $NE2$ でエンジン 2 を駆動し、所定期間が経過すると ECU 70 はモータジェネレータ 3 の駆動を停止する（時刻 $t3$ ）。時刻 $t3$ でモータジェネレータ 3 による駆動力が除去されると、エンジン 2 はその時点で有する慣性エネルギーのみにより回転するのでエンジン回転数は徐々に低下し、時刻 $t4$ 付近でエンジン 2 は停止する。

【0067】

このように、本実施形態では、エンジン停止時にエンジン 2 の駆動を一旦モータジェネレータ 3 による駆動に切り替え、エンジン 2 を所定の回転数 $NE2$ に保持した後でエンジンの駆動力を除去する。駆動力を除去した時点でエンジン 2 が有する慣性エネルギーは主としてその時点のエンジン回転数により決まるので、必ず所定のエンジン回転数 $NE2$ にエンジンの回転数を維持してから駆動力を除去するようにすれば、エンジン 2 は毎回同じ慣性エネルギーを持ち、同じ推移で停止する。

【0068】

次に、上述のように所定のエンジン回転数 $NE2$ で駆動力を除去した後、エンジンが停止するまでのエンジンの挙動を説明する。図 6 は、エンジン 2 に対する駆動力を除去した後のエンジン 2 のクランク角度の変位を示す。図 6 において、縦軸は所定気筒のクランク角度の変位（° CA）を示す。なお、前記所定気筒とは、クランク角度が 0° CA ~ 180° CA に変位するとき圧縮行程にある気筒、例えば、#3 気筒を対象とする。一方、横軸は時間（秒）を示す。

【0069】

具体的には、縦軸は、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程から膨張行程に移行する際のクランク角度変位 ($^{\circ}$ CA) を示しており、クランク角度変位が、下死点 (0° CA) から上死点 (180° CA) まで、 30° CA 間隔毎に示される。一方、横軸は、モータリング停止時 (0 (秒)) から所定気筒のクランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させるまでの経過時間 (0.6 (秒)) を 0.1 (秒) 間隔毎に示したものである。

【0070】

次に、図中のグラフについて説明する。図中には2種類のグラフが示されている。これは、モータジェネレータ3による駆動 (モータリング) 停止時のエンジン回転数が高い場合のグラフ110と低い場合のグラフ112である。即ち、0秒から0.1秒の間において、傾きが大きいグラフ110はモータリング停止時のエンジン回転数が高い場合のクランク角度変位を示し、傾きが小さいグラフ71はモータリング停止時のエンジン回転数が低い場合のクランク角度変位を示す。

【0071】

先ず、0秒から0.1秒付近においては、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程の下死点から上死点に上昇している様子を示している。所定気筒に対応するピストンは、0.1秒経過直後に圧縮行程上死点近傍まで上昇する。このときは、エンジン2のクランクシャフト46は正転している。

【0072】

その後、所定気筒に対応するピストンは圧縮行程上死点 (180° CA) の乗り越えができずに、0.3秒付近までエンジン2のクランクシャフトは逆転する。これは以下の理由による。即ち、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程上死点に接近することにより、シリンダ内の容積は次第に小さくなり、圧力が高まってくる。これに比例して、シリンダ内においてはピストンを押し返そうとする圧縮反力116 (以下、「コンプレッション反力」と呼ぶ。) も大きくなっていく。したがって、圧縮行程上死点付近では、シリンダ内におけるコンプレッション反力が最も大きい状態となるので、その時のエンジンが有する慣性エネルギーによ

ってはコンプレッション反力に対抗できず、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程下死点側に押し返される結果となる。このように、所定気筒に対応するピストンは、圧縮行程上死点への乗越しができずにエンジン 2 のクランクシャフトが逆転する。

【0073】

その後、所定気筒に対応するピストンは、圧縮行程下死点側に移行するが、0.3秒付近においてエンジン 2 のクランクシャフト 46 は再び逆転する。つまり、エンジン 2 のクランクシャフトは正転する。これは以下の理由による。即ち、このとき、クランクシャフトが逆転することにより、所定気筒が圧縮行程にある状態で膨張行程にあった他気筒に対応するピストンは、膨張行程下死点側に下降する。膨張行程では吸排気弁がともに閉状態となっているため、ピストンが膨張行程下死点側に下降するのに従い、シリンダ内の容積が次第に大きくなる。これによって、シリンダ内では負圧が形成されると共に、その負圧が次第に大きくなる。したがって、他気筒に対応するピストンは、その負圧に起因する反力 118 によって上死点側の方向に再び引き戻される。これにより、エンジン 2 のクランクシャフトは再び正転する。

【0074】

その後、0.3秒付近からエンジン 2 の有する慣性エネルギーが徐々に低下し、0.6秒後にエンジン 2 が停止する。これにより、クランク角度停止位置は、クランク角度 $90^{\circ} \text{CA} \sim 120^{\circ} \text{CA}$ の範囲内に収束する。クランク角度停止位置が、最終的にクランク角度 $90^{\circ} \text{CA} \sim 120^{\circ} \text{CA}$ の範囲内に収束すれば、最適なクランク角度停止位置に停止制御されたことになり、停止制御は成功といえる。

【0075】

[エンジン停止位置推定処理]

次に、エンジン停止位置推定処理について説明する。図 7 に、本発明によるエンジン停止位置推定装置の概略構成を示す。本例では、エンジン停止位置推定処理は、モータ制御装置 4 が実行する。具体的には、モータ制御装置 4 は、モータ角センサ 3a から出力される MG 位置信号 S_{mg}、クランク角センサ 90 から出力

されるNE信号S_{ne}、カム角センサ92から出力されるカム角信号(G2信号)S_{g2}、及び、ECU70内で生成されるTDC信号S_{tdc}に基づいて、エンジン停止位置、即ち、エンジン停止時におけるクランク角度を推定する。なお、TDC信号は後述する2つの信号(TDC1信号とTDC2信号)を含む。

【0076】

図8は、上記のMG位置信号、NE信号、G2信号及びTDC信号の性質を整理した図表である。

【0077】

MG位置信号は、モータジェネレータ3のモータ角センサ3aにより出力され、モータシャフトの回転角を示す信号である。モータジェネレータ3のシャフトは、図2に示すようにMGプーリ58と連結されており、ベルト52により、クランクシャフト46に連結されたクランクシャフトプーリ50と連動する。従って、MGプーリ58とクランクシャフトプーリ50を接続するベルトの滑り分などが存在するので、MG位置信号はクランクシャフトの絶対角度を検出することはできないが、クランクシャフトの相対角度を示すことができる。MG位置信号によれば、MGプーリ58とクランクシャフトプーリ50のプーリ比によるが、3°CA程度の分解能でクランク角度を検出することができる。また、MG位置信号からは、前述のようにモータの正転・反転を区別し、モータが正転しているか反転しているかを示す反転信号を生成することができる。

【0078】

NE信号は、前述のようにクランクシャフト46に取り付けられたシグナルロータ91の歯91aの検出信号であり、シグナルロータ91に設けられる歯91aの数に応じて、10°CA～30°CA程度の分解能で絶対クランク角度を検出できる。

【0079】

カム角信号(G2)信号は、前述のように、主として気筒判別信号として利用される。カムシャフトとクランクシャフトとがタイミングベルトやタイミングチェーンなどで連結されているので、G2信号は基本的には絶対クランク角度に対応する信号となるが、可変動弁機構(VVT)と搭載しているエンジンの場合に

はタイミングのずれを含むことになる。

【0080】

TDC信号は、クランク角センサ90が出力したNE信号に基づいてECU70などが生成する信号であり、TDCの周期を示す信号である。よって、絶対クランク角の 360° CAを検出することができる。

【0081】

なお、クランク角センサ90及びカム角センサ92としてMPUセンサを用いた場合は、エンジン（クランクシャフト）の低回転時にはセンサ出力を得ることができないが、MREセンサを使用した場合は低回転時でもセンサ出力を得ることができ、各信号を得ることができる。

【0082】

次に、クランク角度推定処理について説明する。ここで説明するクランク角度推定処理は、モータジェネレータ側のモータ角センサと、エンジン側のクランク角センサ及びカム角センサの出力を組み合わせ、高精度のクランク角度推定を行うものである。

【0083】

図8の図表に示したように、クランク角度を最も高精度で検出することができるのはMG位置信号である。但し、MG位置信号は絶対クランク角度を得ることはできない。そこで、最も高精度なMG位置信号によりクランク角度を算出し、これに対して、絶対クランク位置を示すTDC信号又はNE信号を使用して補正を行うことにより高精度にクランク角度の推定を行うこととする。

【0084】

図9にその具体例を示す。MG位置信号は、前述のように 3° CAの分解能でクランク角度を検出することができる。従って、基本的にMG位置信号に基づいてクランク角度を算出する。なお、その際には、反転信号を利用して、エンジンの回転方向を考慮してクランク角度を算出する。

【0085】

一方、NE信号はクランクシャフト46に取り付けられたシグナルロータ91の歯91aを検出した信号であり、欠歯91bの部分ではパルス出力が存在しな

い（本例では2パルス分）。欠歯91bの部分は、エンジン2の特定気筒における上死点（TDC）の直前に対応するように構成されているので、図9に示すように、NE信号の欠歯に対応する部分の直後に当該気筒の上死点が位置することになる。よって、ECU70は、NE信号に基づいて、図9に示すTDC信号、即ち、当該気筒における上死点に対応するパルスを360°CA毎に出力する信号を生成する。また、ECU70は、TDC信号を分周して、180°CA毎にレベルが変化する信号（図9におけるTDC2信号）を生成することができる。このTDC信号及びTDC2信号は、絶対クランク角度を示す信号である。よって、高分解能のMG位置信号に基づいて得られたクランク角度信号を、TDC信号又はTDC2信号に基づいて補正することにより、高精度な絶対クランク角度を得ることが可能となる。

【0086】

具体的には、図9に示すように、MG位置信号に基づいて得られたクランク角度（以下、「MG推定クランク角度」と呼ぶ。）の180°CAのタイミングと、TDC2信号が示す180°CAのタイミングとを比較する。MG位置信号はMGプーリとクランクシャフトプーリを連結するベルトのずれなどによる積算誤差を含むが、TDC2信号に基づいてこの誤差分を補正する。つまり、MG位置信号に基づいて高精度（本例では3°CA）単位でクランク角度推定しながら、絶対クランク角度を与えるTDC2信号に基づいて180°CA毎にMG推定クランク角度を補正する。実際には、MG位置信号に基づいてMG推定クランク角度をカウントアップし、TDC2信号に基づいて180°CA毎にMG推定クランク角度をリセットする処理を行えばよい。

【0087】

なお、上記のTDC2信号を生成して180°CA毎に補正を行う方法は単なる一例である。絶対クランク角度を示すNE信号又はTDC信号に基づく信号を利用して、MG推定クランク角度信号を補正する方法であれば、どのような方法を採用することもできる。例えば、TDC信号に基づいて90°CA毎にレベルが変化する信号を生成し、その信号を用いて90°CA毎にMG推定クランク角度信号を補正してもよいし、30°CAの精度を有するNE信号自体を用いて3

0° CA毎にMG推定クランク角度信号を補正することとしてもよい。また、G2信号を用いて720° CA毎にMG推定クランク角度を補正してもよい。G2信号は気筒判別信号であるので、G2信号と組み合わせることにより、MG推定クランク角度を補正するとともに気筒判別を行って、エンジン停止時における各気筒の行程を把握することも可能となる。

【0088】

なお、MG位置センサはエンジンの低回転時においてもモータ回転角を検出することができるので（図8参照）、クランク角センサやカム角センサにMPUセンサを使用するか、MREセンサを使用するかにかかわらず、エンジンの低回転時からエンジン停止に至るまで、クランク角度を正確に推定することが可能となる。

【0089】

また、上記のクランク角度推定処理においては、MG推定クランク角度の補正時の誤差に基づいて、当該クランク角度推定処理が安定的に行われているか否か、即ち、クランク角度推定の精度が十分であるか否かを示す状態信号を生成することができる。

【0090】

MG推定クランク角度が含む誤差は、基本的にはMGプーリ58とクランクシャフトプーリ50を接続するベルト52のすべりにより生じる誤差、及び、MG位置信号に基づいてMG推定クランク角度を算出する際の演算誤差などが考えられるが、ベルトのすべりによる誤差はベルト及びプーリ部分の構造に応じてある程度の範囲内に収まるものであり、MG推定クランク角度の演算誤差もやはりある程度の範囲内に収まるものであると考えられる。

【0091】

よって、クランク角度推定処理が、精度良く安定して実行されている間は、MG推定クランク角度と、TDC信号などに基づいて得られる絶対クランク角度との誤差は、標準的な誤差範囲内に収まっているはずである。逆に言えば、その誤差が標準的な誤差範囲内に収まっていない場合は、何らかの要因でクランク角度推定処理が不安定な状態、つまり推定精度が十分でない、推定結果が信頼できな

い状態であると考えることができる。そこで、モータ制御装置 4 は、推定精度フラグなどの状態フラグを設定し、誤差が標準的な誤差範囲内にある場合には推定精度フラグをオン（推定精度が確保されている状態を示す）とし、誤差が標準的な誤差範囲外である場合には推定精度フラグをオフ（推定精度が不足している状態を示す）とする。これにより、停止位置制御中に実行されたクランク角度推定処理の推定結果が信頼できるか否かを、推定精度フラグを参照することにより容易に知ることができるようになる。よって、例えばアイドリングストップなどのエンジン停止制御中の推定精度フラグがオフである場合には、その時のエンジン停止位置推定結果は信用できないものとして、エンジン停止制御を中止するとか、推定精度フラグがオフであった場合にはエンジン始動時に所定の処理を実行する、といった各種の対策を行うことができる。

【0092】

[始動制御方法]

次に、本発明の中心的部分である、クランク角度停止位置に応じた各種の始動制御方法について述べる。

【0093】

先ず、クランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止制御されているのであれば、モータジェネレータ 3 による自動再始動が成功する確率が高いので問題は生じない。一方、何らかの原因により、アイドリングストップ時にクランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止制御できなかった場合には、自動再始動が失敗する可能性があるので、始動時に適切な制御が必要となる。本発明では、エンジン停止制御により最適なクランク角度停止位置でエンジンが停止していない可能性が高い場合、その状況に応じて適切な始動制御を行うものである。なお、最適なクランク角度停止位置に停止制御が行えない原因としては、主として、ノイズ等の原因により停止制御方法に不具合が生じている場合、又はモータ角センサ 3 a やクランク角センサ 9 0 などに不具合が生じている場合などが考えられる。

【0094】

(第 1 実施形態)

先ず、第1実施形態について説明する。本実施形態は、エンジン停止制御後に、上述のクランク角センサ90の出力を利用してクランク角の検出を行う場合の始動制御に関する。

【0095】

アイドリングストップ時に車両10の停止制御を行ったにも拘わらずクランク角度が予め設定された最適なクランク角度停止位置、例えば、上述したようにクランク角度 90° CA \sim 120° CAの範囲内にはないときは、エンジン2の再始動時におけるエンジン始動負荷が大きくなる。よって、このときにモータジェネレータ3によるエンジン自動再始動を行うと、モータジェネレータ3の出力トルクによってはエンジン自動再始動が失敗する可能性がある。そこで、本実施形態では、エンジンの停止制御によって最適なクランク角度停止位置に停止が成功したか否かをクランク角センサ90を利用して検出する。そして、不成功である場合には、ECU70は、モータジェネレータ3ではなく、出力トルクの大きなDCスタータ1によりエンジン2の始動を行う。

【0096】

最適なクランク角度停止位置への停止制御が失敗している場合には、エンジン2を自動再始動するためのエンジン始動負荷が極めて大きいものとなる。具体的には、停止制御が失敗している場合には、エンジン自動再始動時に圧縮行程にあるピストンが圧縮行程上死点に接近するに従い、非常に大きなコンプレッション反力を受けることになる。このため、エンジン自動再始動時には、そのピストンがコンプレッション反力に対抗して圧縮行程上死点を乗越すだけのエンジン始動負荷が生じる。よって、モータジェネレータ3の有する出力トルクとの関係では、モータジェネレータ3がクランクシャフトを回転させてエンジン2を始動するだけのトルクを出力することができず、エンジン自動再始動が失敗する確率が高くなる。

【0097】

そこで、最適なクランク角度停止位置への停止制御が失敗している場合には、ECU70は、モータジェネレータ3によるエンジン自動再始動は行わず、代わりに出力トルクの大きいDCスタータ1によりエンジン2を始動する。これによ

り、最適なクランク角度停止位置への停止制御が失敗している場合においても、確実にエンジン 2 の再始動を行うことができ、アイドリングストップ状態からのエンジン再始動時間を短縮することができる。よって、ドライバビリティの低下を招来することなく、運転者の発進要求に的確に応えることができる。

【0098】

次に、第 1 実施形態にエンジンの停止始動制御の流れについて図 10 を参照して説明する。図 10 は、本実施形態による停止始動制御方法を示すフローチャートである。なお、この停止始動制御は、基本的には、ECU 70 が各種センサからの出力信号に基づいて実行する。

【0099】

先ず、ステップ S 1 では、ECU 70 は、エンジン停止条件が具備されたか否か、例えばブレーキスイッチがオンかオフか及びエンジン回転数が所定の回転数になったか否かを判定する。具体的には、ブレーキペダルと連動するブレーキスイッチ 78 がオン（即ち、運転者がブレーキを踏んでいる状態）であり、かつ、エンジン回転数が所定の回転数（例えば、0（rpm）近傍）にあるとき、ECU 70 は、それらの各状態を検出するセンサからの出力信号に基づいてエンジン停止条件が具備されたと判断する（ステップ S 1；Y e s）。一方、ブレーキスイッチがオフ、或いはエンジン回転数が所定の回転数（例えば、0（rpm）近傍）にないとき、ECU 70 はエンジン停止条件が具備されていないと判断する。

【0100】

次に、ステップ S 2 では、ECU 70 は前述のエンジン停止制御により、エンジン 2 を停止させる。エンジン停止制御により、クランク角度が最適なクランク角度停止位置にくるように制御される。即ち、上述したように、アイドリング状態から各気筒に対する燃料噴射カットが行なわれ、所定のタイミングでモータリングが実行されることにより、エンジン 2 の有する慣性エネルギーが一定にされて、最終的にエンジン回転数が 0（rpm）になりエンジン 2 が停止する（ステップ S 2）。

【0101】

次に、ステップ S 3 では、エンジン停止後のクランク角度停止位置の検出を行

う。具体的には、モータ制御装置 4 は、E C U 7 0 からの指令信号により絶対的なクランク角度の検出が可能なクランク角センサ 9 0 に基づいて、クランク角度の検出を行う（ステップ S 3）。これにより、停止制御後のクランク角度が検出される。

【0102】

次に、ステップ S 4 では、E C U 7 0 は、モータ制御装置 4 からの出力信号を受信して、ステップ S 3 で検出されたクランク角度が設定範囲内にあるか、つまり車両が最適なクランク角度停止位置に停止制御されているか否かについて判定する。

【0103】

次に、E C U 7 0 は、クランク角度停止位置の状態に応じて、モータジェネレータ 3 によるエンジン始動にするべきか、或いは D C スタータ 1 によるエンジン始動にするべきかを設定する。クランク角度が最適なクランク角度停止位置にあるときは、エンジン 2 を再始動するためのエンジン始動負荷は小さくなる。したがって、モータジェネレータ 3 の出力トルクで十分にエンジン 2 の再始動が可能であるため、E C U 7 0 は、次のエンジン 2 の始動方法をモータジェネレータ 3 によるエンジン始動に設定する（ステップ S 5）。

【0104】

一方、クランク角度が最適なクランク角度停止位置にないときは、エンジン 2 を再始動するためのエンジン始動負荷が大きくなる。よって、E C U 7 0 は、次のエンジン 2 の始動方法を、モータジェネレータ 3 より出力トルクの大きな D C スタータ 1 によるエンジン 2 に設定する（ステップ S 6）。

【0105】

次に、ステップ S 7 では、E C U 7 0 は、ブレーキスイッチがオンからオフになったか否かに基づいて、エンジン始動条件が具備されたか否かを判定する。具体的には、ブレーキペダルと連動するブレーキスイッチ 7 8 がオンからオフになったとき、即ち運転者がブレーキペダルから足をはなしたときに、E C U 7 0 は、その状態を検出するセンサからの出力信号に基づいてエンジン始動条件が具備されたと判定する（ステップ S 7；Y e s）。これにより、E C U 7 0 は、ステ

ップS5又はステップS6において設定されたエンジン始動方法によりエンジン2を始動させる(ステップS8)。

【0106】

一方、ブレーキスイッチが未だオンであるときは、ECU70は、その状態を検出するセンサからの出力信号に基づいてエンジン始動条件が不備と判定し(ステップS7; No)、エンジン始動許可が成立するまで、エンジン2の始動を実行しない。

【0107】

以上のように、ECU70は、クランク角センサにより停止制御後の絶対クランク角度を検出し、その状態に応じて最適なエンジン始動方法を選択する。よって、次のエンジンの再始動を迅速かつ確実に行うことができる。

【0108】

なお、何度かアイドリングストップを行い、最適なクランク角度停止位置への停止制御が所定回数続けて失敗した場合には、エンジンの停止制御方法に不具合が生じたものと判断して、それ以降ECU70はアイドリングストップを禁止することができる。最適なクランク角度停止位置への停止制御が失敗した場合には、上述したように、その度毎にDCスタータ1によるエンジン始動制御方法に変更されるため、エンジン自動始動時のドライバビリティの低下をもたらす。また、エンジン再始動のために何度もDCスタータ1が使用されるため、DCスタータ1の耐久性(寿命)にも問題が生ずる。

【0109】

DCスタータ1は、エンジン始動時に、例えば、600～800A(アンペア)もの高い電流が流れる。そのため、DCスタータ1によるエンジン再始動が度々繰り返されると、DCスタータ1に電力供給をする接点部分(ブラシ)の磨耗が促進される。これにより、DCスタータ1は、著しい寿命の低下を招く。よって、ECU70はアイドリングストップを以後禁止する。これにより、DCスタータ1によるエンジン再始動が何度も繰り返されることを防止することができ、運転者の発進要求に対するドライバビリティ低下の防止とDCスタータ1の耐久性の問題を解消することができる。

【 0 1 1 0 】

この場合は、図 1 0 に示した停止始動制御のフローチャートのステップ S 6 において、最適なクランク角度停止位置への停止制御失敗の回数をカウントし、予め設定された回数と比較する。そのカウント値が設定回数を上回るようであれば、E C U 7 0 は、停止制御方法に不具合が生じているものと判断して、その後、アイドリングストップを禁止する。これにより、D C スタータ 1 により何度もエンジン再始動が行われることを防止することができ、D C スタータ 1 の耐久性の問題を解消することができる。なお、アイドリングストップの禁止設定は、停止制御方法の不具合が解消されたときに解除することができる。

【 0 1 1 1 】

(第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について説明する。第 1 実施形態においては、アイドリングストップのためのエンジンの自動停止後に最適なクランク角度停止位置で停止が成功した否かを、クランク角センサにより検出しているが、本実施形態ではその代わりに前述のクランク角度の推定処理を利用してこの検出を行う。

【 0 1 1 2 】

クランク角度の推定を行う場合、クランク角センサ 9 0 モータセンサ 3 a などに不具合が生じている場合などにおいては、クランク角度停止位置の推定精度が不十分となる可能性が高い。このような場合には、上記第 1 の方法と同様に、E C U 7 0 は、モータジェネレータ 3 によるエンジン自動再始動を中止して、代わりに出力トルクの大きな D C スタータ 1 によりエンジン 2 を始動させる。

【 0 1 1 3 】

また、クランク角度停止位置の推定精度が低い場合には、例えば、実際のクランク角度停止位置が最適クランク角度 90° C A $\sim 120^{\circ}$ C A の範囲内にあるのか否かの信頼性が低い。クランク角度停止位置の推定精度が低くても、実際にクランク角度停止位置がクランク角度 90° C A $\sim 120^{\circ}$ C A の範囲内にあればよいのであるが、万が一逸脱している場合にはエンジン始動負荷が極めて大きくなり、モータジェネレータ 3 によるエンジン自動再始動が失敗する可能性がある。そこで、迅速かつ確実にエンジン 2 の再始動を行うため、クランク角度停止

位置の推定精度が低い場合には、実際のクランク角度停止位置にかかわらず、E C U 7 0 はモータジェネレータ 3 によるエンジン自動再始動を中止し、出力トルクの大きな D C スタータ 1 によりエンジンを始動する。これにより、アイドルリングストップからのエンジン再始動を確実に行うことができる。

【0 1 1 4】

次に、第 2 実施形態の停止始動制御の流れを説明する。図 1 1 は、本実施形態によるエンジンの停止始動制御を示すフローチャートである。なお、この停止始動制御は、基本的には、E C U 7 0 が各種センサからの出力信号に基づいて実行する。

【0 1 1 5】

また、図 1 1 に示すフローチャートにおいて、図 1 0 に示すフローチャートと同一の部分は簡略化して説明する。

【0 1 1 6】

先ず、ステップ S 1 1 において、エンジン停止条件が具備されると、処理はステップ S 1 2 に移行する。これにより、エンジン 2 が停止して、クランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止制御される。

【0 1 1 7】

次に、ステップ S 1 3 においては、クランク角センサ 9 0 やモータ角センサ 3 a などからの出力信号に基づいて、E C U 7 0 は、クランク角度停止位置の推定が可能か否か判定する。具体的には、クランク角センサ 9 0 やモータ角センサ 3 a から正しく出力が得られているかを判定する。そして、クランク角度停止位置の推定が可能である場合には、処理はステップ S 1 4 へ移行する（ステップ S 1 3 ; Y e s）。一方、クランク角度停止位置の推定が不可能である場合には、処理はステップ S 1 7 へ移行する（ステップ S 1 3 ; N o）。クランク角度停止位置の推定が不可能である場合には、モータ制御装置 4 は、クランク角度停止位置の推定を行うことができない。よって、迅速かつ確実にエンジン 2 の再始動を行うため、E C U 7 0 は、次のエンジンの始動方法を、D C スタータ 1 によるエンジン始動に設定する（ステップ S 1 7）。

【0 1 1 8】

ステップS14においては、モータ制御装置4は、ECU70からの指令信号に基づき、クランク角度停止位置の推定を行う。クランク角度停止位置の推定をするにあたっては、モータ制御装置4は、モータ角センサ3aからのMG位置信号と、クランク角センサ90からのNE信号やECU70からのTDC信号などを使用して前述した方法などによりクランク角度停止位置の推定を行う。

【0119】

ステップS15においては、ECU70は、前述の推定精度フラグを参照し、クランク角度停止位置の推定精度が高いか否かについて判定する。また、同時に、推定されたクランク角が設定範囲内にあるか、つまり車両が最適なクランク角度停止位置に停止制御されているか否かを判断する。そして、クランク角度停止位置の推定精度が高く、かつ、推定されたクランク角が設定範囲内にあるときは、ECU70は、次回のエンジン2の始動方法をモータジェネレータ3によるエンジン始動に設定する（ステップS16）。一方、クランク角度停止位置の推定精度が低いとき、又は、推定されたクランク角が設定範囲内でない場合のいずれかの場合、ECU70は、次回のエンジン2の始動方法をDCスタータ1によるエンジン始動に設定する（ステップS17）。このように、停止制御後におけるクランク角度停止位置の推定精度の高低に応じて適切なエンジン始動方法を選択するので、迅速かつ確実にエンジン2の再始動を実行することができる。

【0120】

次に、ステップS18では、ECU70は、例えば運転者がブレーキペダルをオフしたことなどのエンジン始動条件が具備されたか否かを判定し、エンジン始動条件が具備された場合には、ステップS16又はステップS17において設定されたエンジン始動方法によりエンジン2を始動する（ステップS19）。

【0121】

以上のように、第2実施形態の停止始動制御によれば、停止制御後におけるクランク角度停止位置の推定精度を考慮して最適なエンジン始動方法を選択し、次回のエンジン2の再始動を迅速かつ確実に行うことができる。

【0122】

また、第1実施形態の場合と同様に、何度かアイドルリングストップを行い、最

適なクランク角度停止位置への制御を行った後、クランク角度停止位置の推定不良が所定回数繰り返される場合には、クランク角度の推定処理に問題があるものと判断して、E C U 7 0 は、以後アイドリングストップを禁止することができる。これにより、D C スタータ 1 により何度もエンジン再始動が行われることを防止することができ、D C スタータ 1 の耐久性の問題を解消することができる。

【 0 1 2 3 】

この場合は、図 1 1 に示した停止始動制御のフローチャートのステップ S 1 7 において、最適なクランク角度停止位置への停止制御失敗の回数をカウントし、予め設定された回数と比較する。そのカウント値が設定回数を上回るようであれば、E C U 7 0 は、クランク角の推定処理に不具合が生じているものと判断して、その後、アイドリングストップを禁止する。これにより、D C スタータ 1 により何度もエンジン再始動が行われることを防止することができ、D C スタータ 1 の耐久性の問題を解消することができる。なお、アイドリングストップ禁止の設定は、停止制御方法の不具合が解消されたときに解除することができる。

【 0 1 2 4 】

(第 3 実施形態)

次に、第 3 実施形態について説明する。

【 0 1 2 5 】

エンジンの停止制御が成功し、最適なクランク角度停止位置への停止制御が成功した場合でも、その後に不可抗力等によって車両 1 0 が動いてしまう場合もありうる。本実施形態では、そのような場合に、モータジェネレータ 3 によるエンジン自動再始動を中止し、D C スタータ 1 によるエンジン再始動方法に制御を変えることを特徴とする。

【 0 1 2 6 】

なお、不可抗力等によって車両 1 0 が動いてしまう場合とは、例として挙げればいくつかのケースが考えられる。例えば、オートマチック仕様の車両 1 0 (以下、「A T 車両」と呼ぶ。)において車輪 8 が動力伝達装置 7 と連結している状態で(例えば、ドライブモードなど)、勾配の激しい登坂車線などでアイドリングストップした場合には、その登坂車線による勾配により A T 車両がゆっくりと

動き出してしまうことが起こりうる。また、A T車両においてドライブモードでアイドリングストップしたとき、故意にA T車両が動かされてしまうこともありうる。

【0127】

これらのケースでは、車輪 8、動力伝達装置 7 及びエンジン 2 は夫々機構上連結されているため、車輪 8 が回転するのに連動してクランクシャフトも回転してしまう。このため、最適なクランク角度停止位置にあったクランク角度は、最適なクランク角度停止位置の範囲内から逸脱してしまう可能性がある。もしクランク角度が最適なクランク角度停止位置の範囲外になった場合には、エンジン始動時のエンジン始動負荷が極めて大きくなる。これにより、モータジェネレータ 3 によるエンジン自動再始動が失敗する可能性が高くなる。そこで、クランク角度が最適なクランク角度停止位置の範囲から逸脱してしまった場合には、確実にエンジン始動を実行するため、E C U 7 0 は、モータジェネレータ 3 によるエンジン自動再始動を中止し、出力トルクの大きい D C スタータ 1 によるエンジン始動に変更する。

【0128】

具体的には、エンジン停止制御により車両が停止した後、次のエンジン自動始動前に、E C U 7 0 は絶対的なクランク角度の検出が可能なクランク角センサ 9 0 によりクランク角度を検出し、検出されたクランク角度が最適なクランク角度停止位置の範囲内にあるか否かの判断を行う。そして、検出されたクランク角度が最適なクランク角度停止位置の範囲内にあるときは、E C U 7 0 は、モータジェネレータ 3 により次回のエンジン自動再始動を行う。一方、検出されたクランク角度が最適なクランク角度停止位置の範囲外にあるときは、E C U 7 0 は出力トルクの大きい D C スタータ 1 により次回のエンジン自動始動を行う。

【0129】

仮に、車両の停止後にクランク角度位置が動いてしまい、最適なクランク角度停止位置外となっているにも拘わらず、なおモータジェネレータ 3 によるエンジン自動再始動を試みると、エンジン自動再始動が失敗する可能性がある。その場合、エンジン自動再始動の失敗後に改めて、D C スタータ 1 によるエンジン始動

方法に制御を切り換えるとする、実際のエンジン始動までに要する時間が非常に長くなる。そこで、第3実施形態においては、車両停止後にクランク角度が最適なクランク角度停止位置の範囲外まで動いてしまった場合には、モータジェネレータ3によるエンジン自動再始動を試みることなく、DCスタータ1によるエンジン始動に切り換える。これにより、迅速かつ確実にエンジン2の始動を行うことができる。

【0130】

次に、第3実施形態によるエンジン停止始動制御の流れについて図12を参照して説明する。図12は、本実施形態による停止始動制御を示すフローチャートである。なお、この停止始動制御は、基本的には、ECU70が各種センサからの出力信号に基づいて実行する。

【0131】

図12において、ステップS101～ステップS107までは、図10に示す第1実施形態のフローチャートにおけるステップS1～ステップS7までの処理と同様である。即ち、エンジンの停止制御後にクランク角センサによりクランク角度を検出し、検出されたクランク角度が最適なクランク角度停止位置にあるか否かの判定を行い、その判定結果に基づいて、次のエンジン始動方法を、モータジェネレータ3による始動又はDCスタータ1による始動のいずれかに設定する。

【0132】

続いて、ステップS107でエンジンの始動条件が具備されたと判断された場合、ECU70はエンジンの始動を行う前に、再度クランク角センサを利用してクランク角度の検出を行う。つまり、車両の停止後にクランク角度が変化していないかを確認する。そして、ステップS108～ステップS111では、ステップS103～ステップS106と同様の処理を行う。即ち、エンジンの自動始動直前においてもクランク角度が最適なクランク角度停止位置にある場合はモータジェネレータ3による始動を設定し、そうでない場合にはDCスタータ1による始動を設定する。続いて、ステップS112では、ECU70などは、ステップS110又はステップS111において設定されたエンジン始動方法によりエン

ジン再始動を実行する。これにより、迅速かつ確実にエンジンの再始動を行うことができる。

【0 1 3 3】

[変形例]

上記の第3実施形態では、エンジン停止後及びエンジン始動直前の両方でクランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止制御されているか否かの判断を行うようにしているが、エンジン始動直前のみにクランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止制御されているか否を検出し、その検出結果に応じて次のエンジン始動方法を設定するように構成することもできる。

【0 1 3 4】

なお、上記実施形態では、停止制御時に最適なクランク角度停止位置への停止制御が成功した場合には、次のエンジン始動をモータジェネレータ3により実行するようにしているが、これに代えて、停止制御時に最適なクランク角度停止位置への停止制御が成功した場合には、停止制御時に所定気筒の膨張行程へ予め燃料噴射を行い、エンジン始動時にその燃料を燃焼させて爆発エネルギーを発生させ、これによりエンジン2の始動を行うような構成にしてもよい。

【0 1 3 5】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、エンジン停止制御後にクランク角度停止位置の検出、又はクランク角度停止位置の推定を行うことにより、停止制御後のクランク角度の状態に応じて、確実かつ迅速な方法で内燃機関の再始動を実行することができる。

【0 1 3 6】

さらに、エンジン始動直前に再度クランク角度停止位置の確認を行うこととすれば、エンジン停止制御後にクランク角度停止位置が何らかの原因で変化してしまったとしても、確実かつ迅速な方法で内燃機関の再始動を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るエンジン停止始動制御を適用した車両のシステム構成を示す。

【図 2】

本発明に係るエンジンの概略構成図を示す。

【図 3】

クランク角センサ及びカム角センサの構成を示す図である。

【図 4】

クランク角センサ及びカム角センサの出力信号波形を示す。

【図 5】

エンジン停止制御によるエンジン回転数の推移を示すグラフである。

【図 6】

エンジン停止制御によるクランク角度位置の変化の様子を示すグラフである。

【図 7】

本発明の実施形態によるエンジン停止位置推定装置の構成例を示すブロック図である。

【図 8】

クランク角度推定処理に使用する各センサ出力信号の性質を示す図表である。

【図 9】

クランク角度推定方法を説明する図である。

【図 10】

第 1 実施形態によるエンジン停止始動制御のフローチャートを示す。

【図 11】

第 2 実施形態によるエンジン停止始動制御のフローチャートを示す。

【図 12】

第 3 実施形態によるエンジン停止始動制御のフローチャートを示す。

【符号の説明】

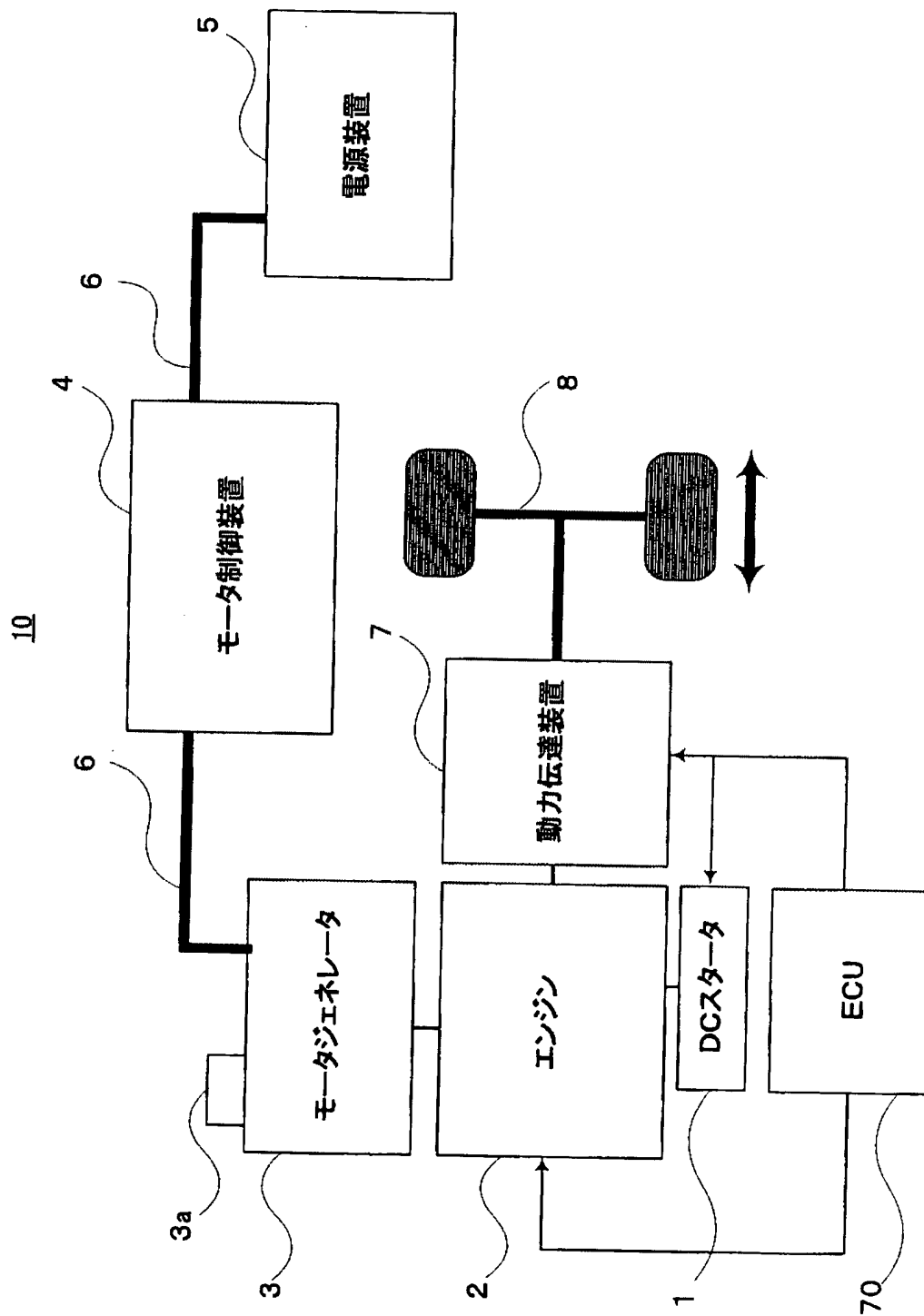
- 1 DC スタータ
- 2 エンジン
- 3 モータジェネレータ
- 3 a モータ角センサ
- 4 モータ制御装置

- 5 電源装置
- 6 電源ケーブル
- 7 動力伝達装置
- 8 車輪
- 9 E C U
- 1 0 車両
- 9 0 クランク角センサ
- 9 2 カム角センサ

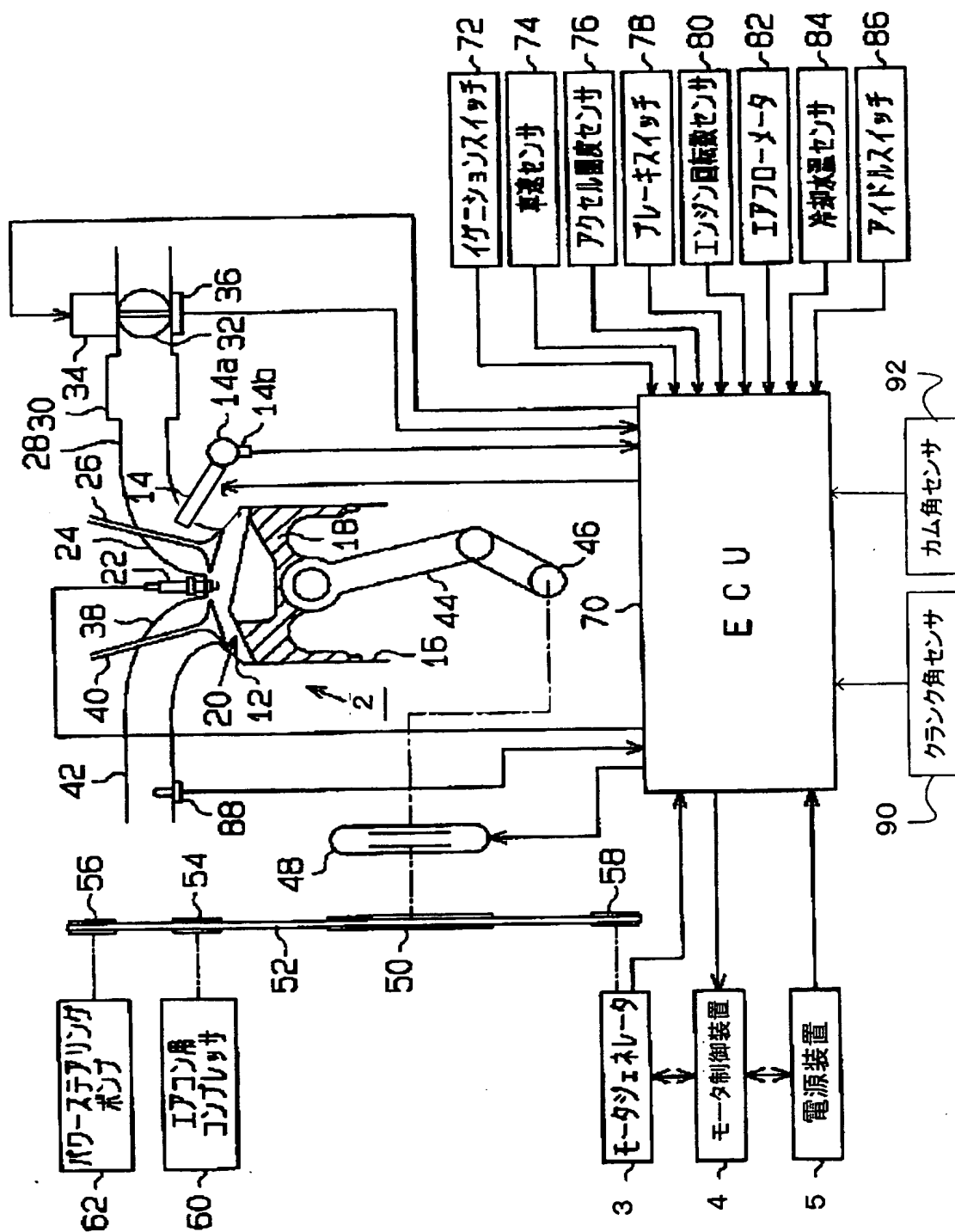
【書類名】

図面

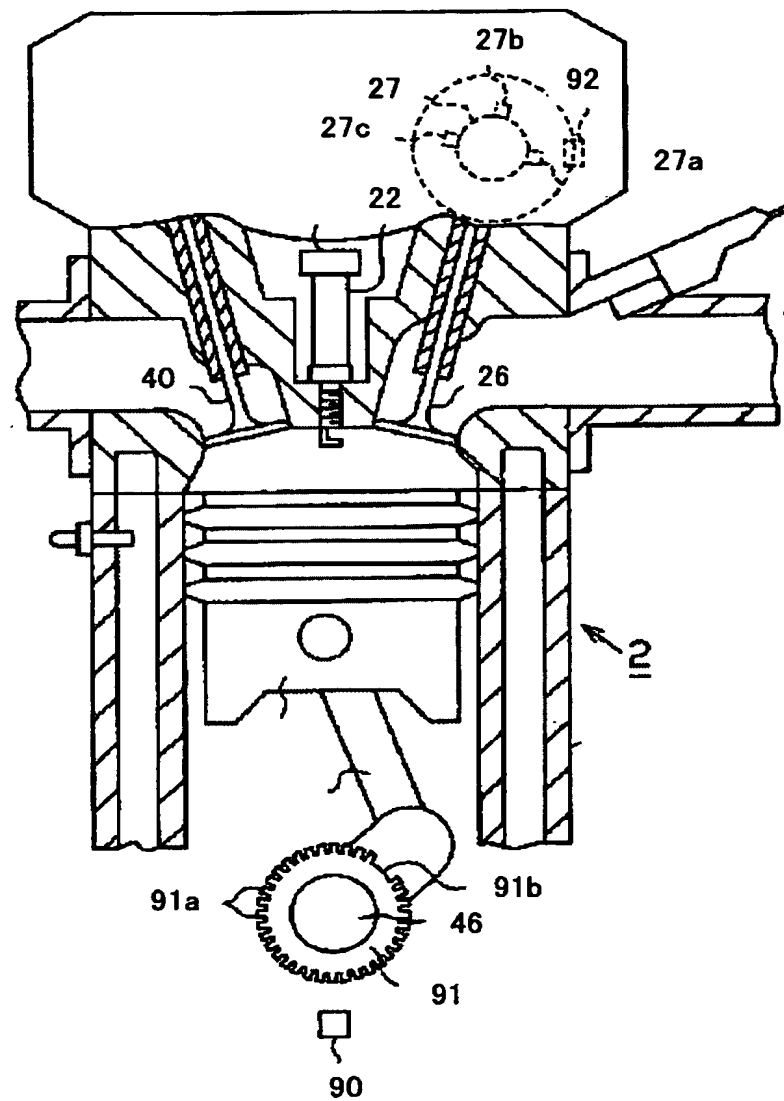
【図 1】



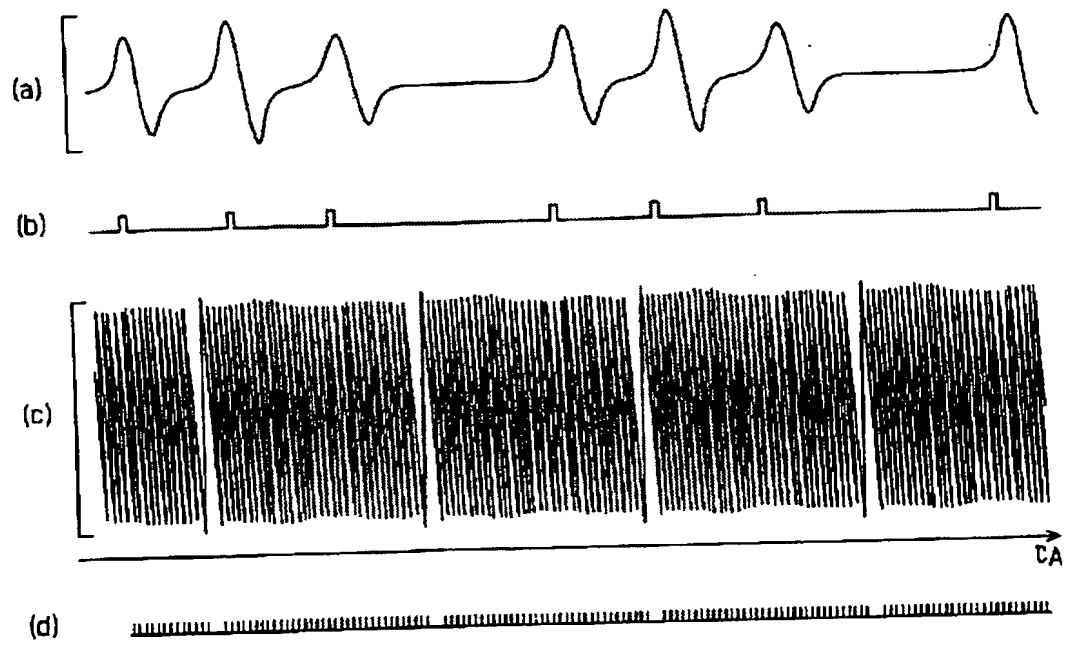
【図2】



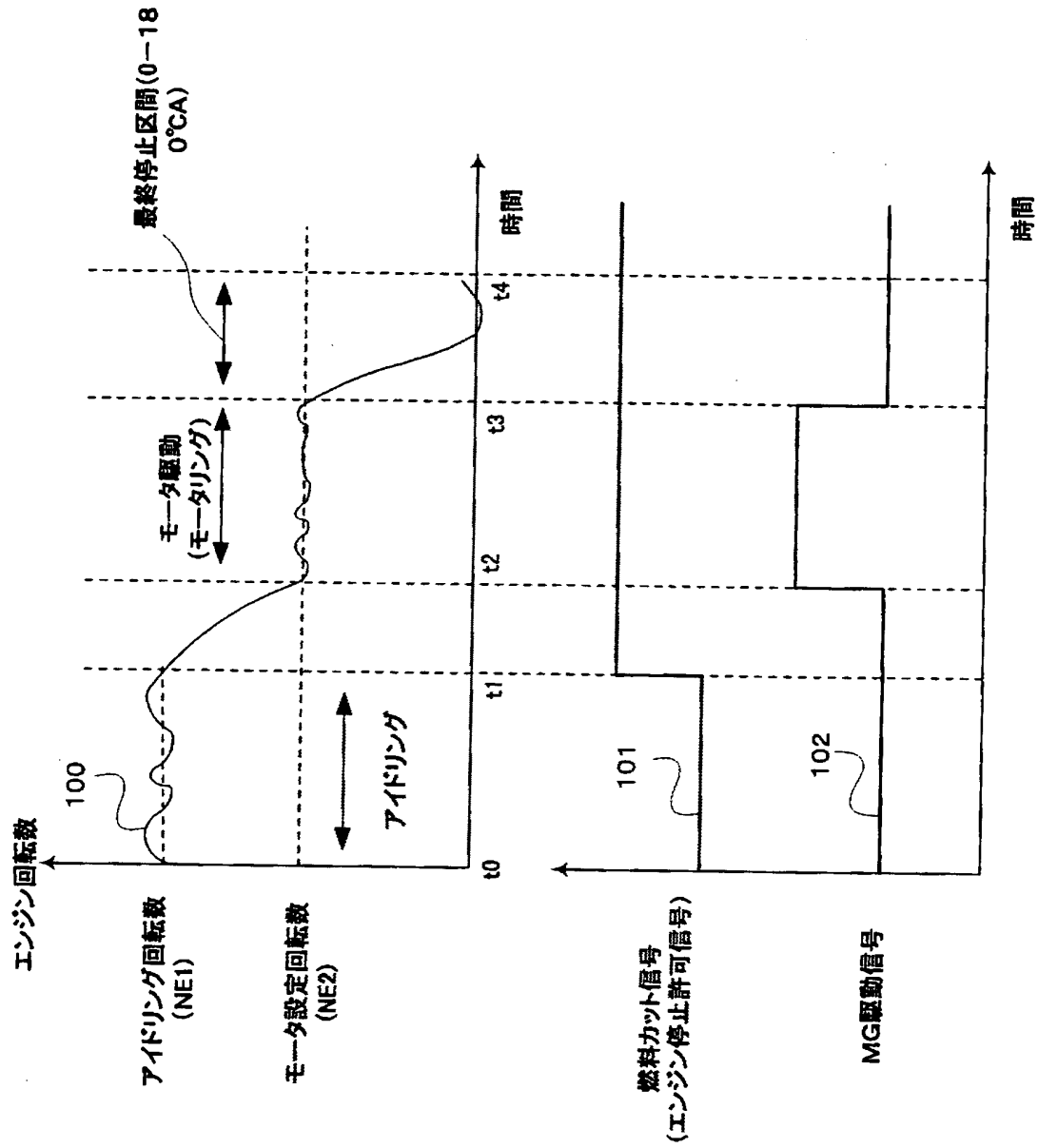
【図 3】



【図 4】

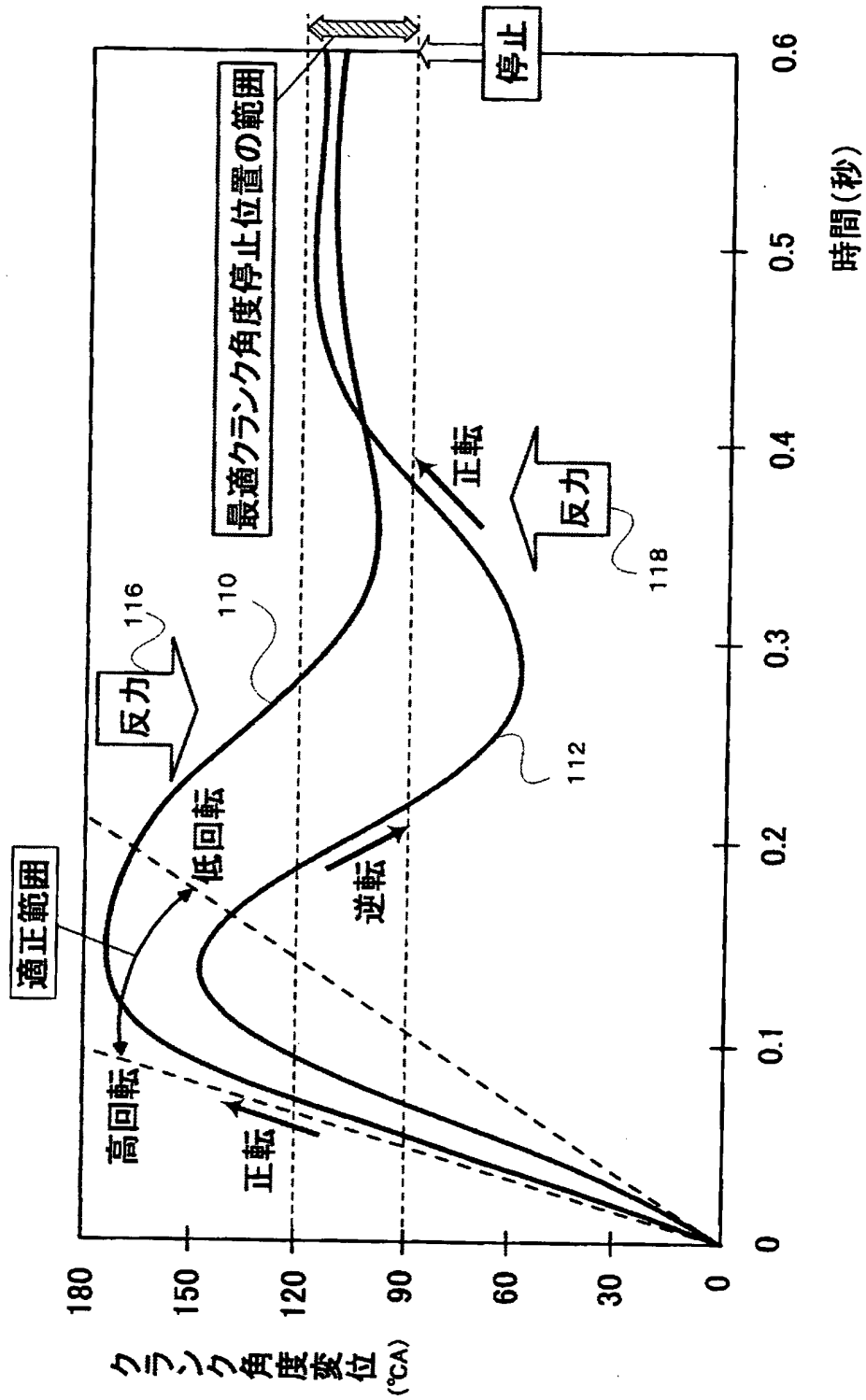


【図 5】

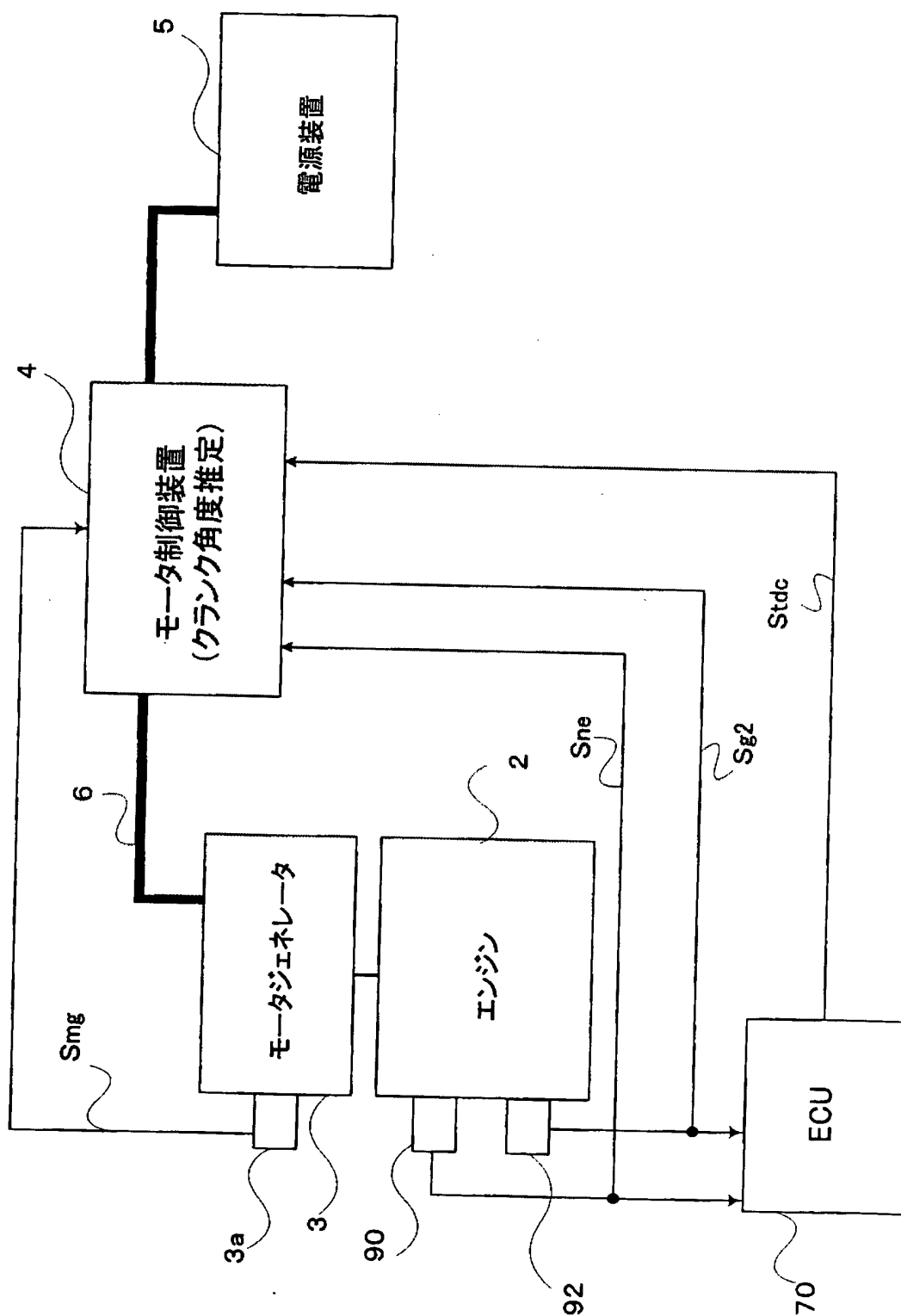


【図 6】

＜ 慣性エネルギーを利用した最適クランク角度停止位置への停止制御 ＞



【図 7】

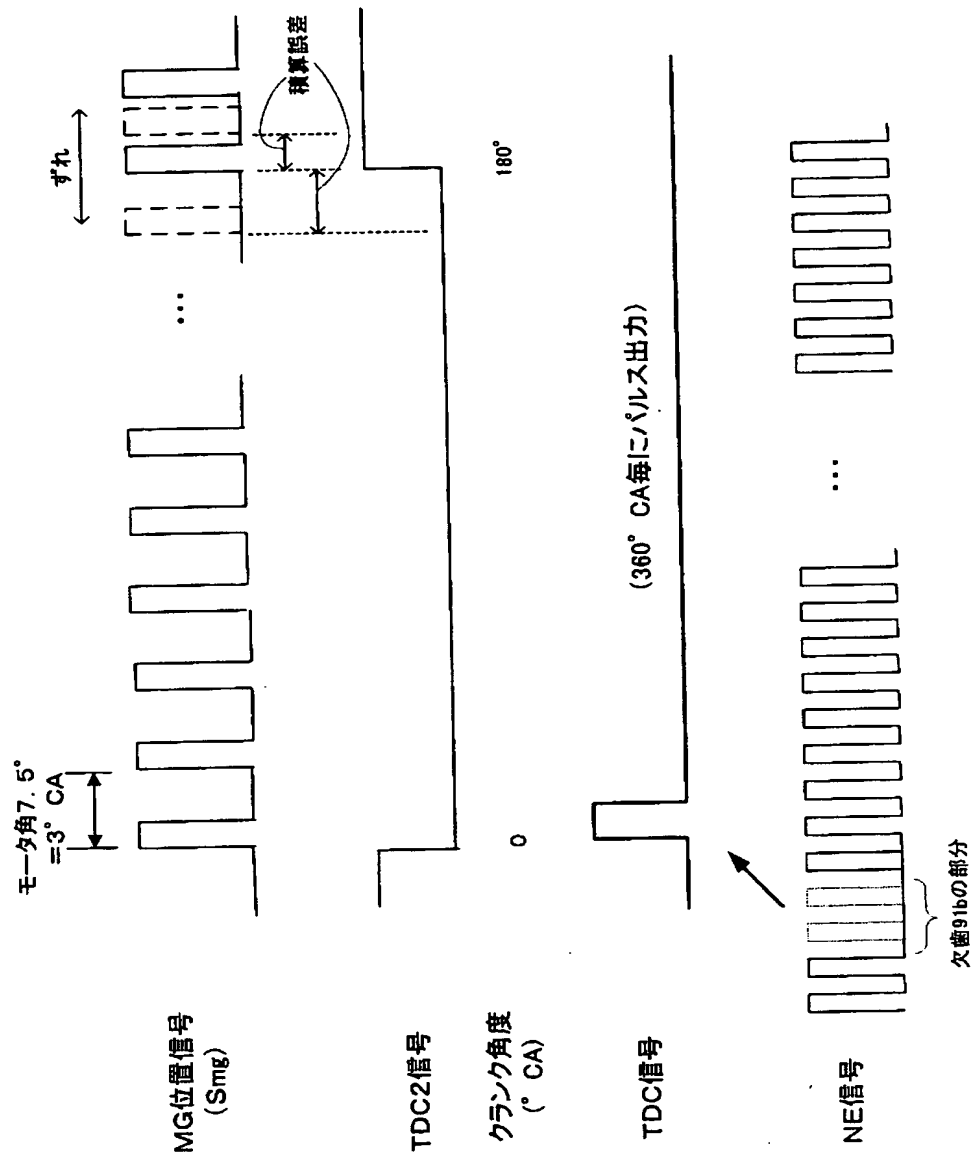


【図 8】

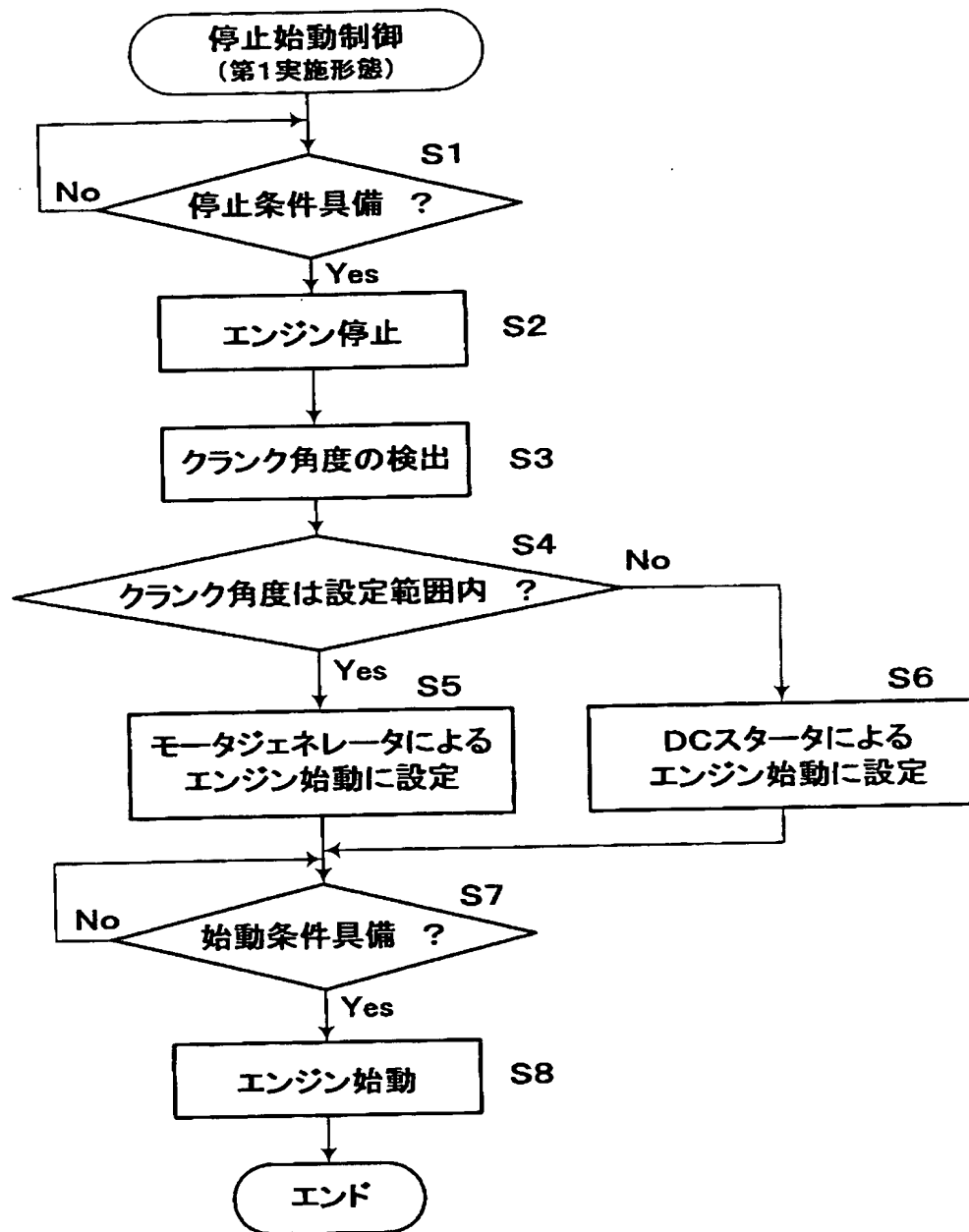
	絶対クランク角度	精度(分解能)	気筒判別	TDC判別	反転検出	低回転時
MG位置信号	x[ペルトすべり]	3°CA	x	x	O	O
NE信号	O	30°CA	x	x	x	x(O)
G2信号	Δ [WTずれ]	720°CA	O	x	x	x(O)
TDC信号	O	360°CA	x	O	x	x(O)

* ()内はMREの場合

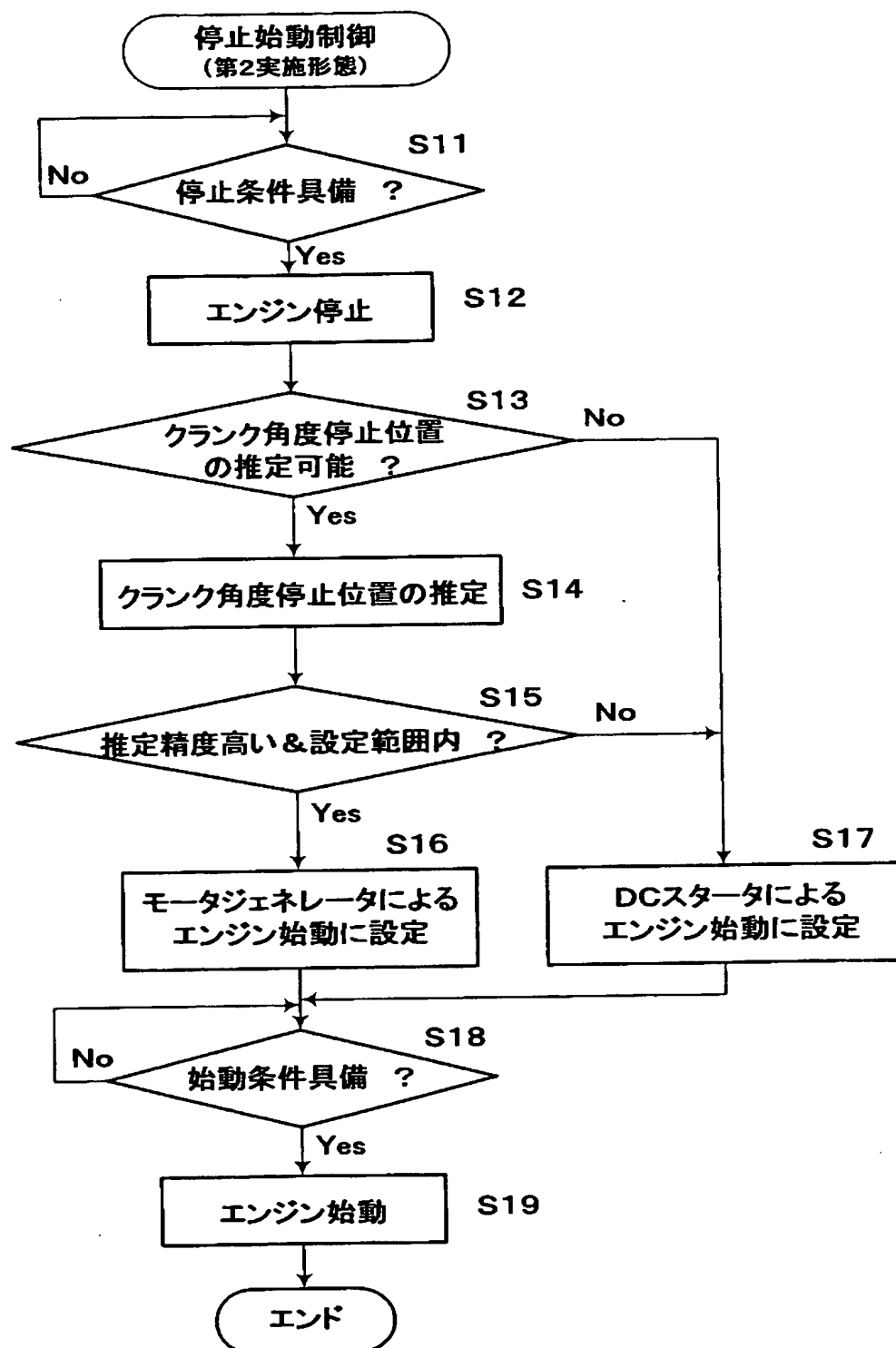
【図 9】



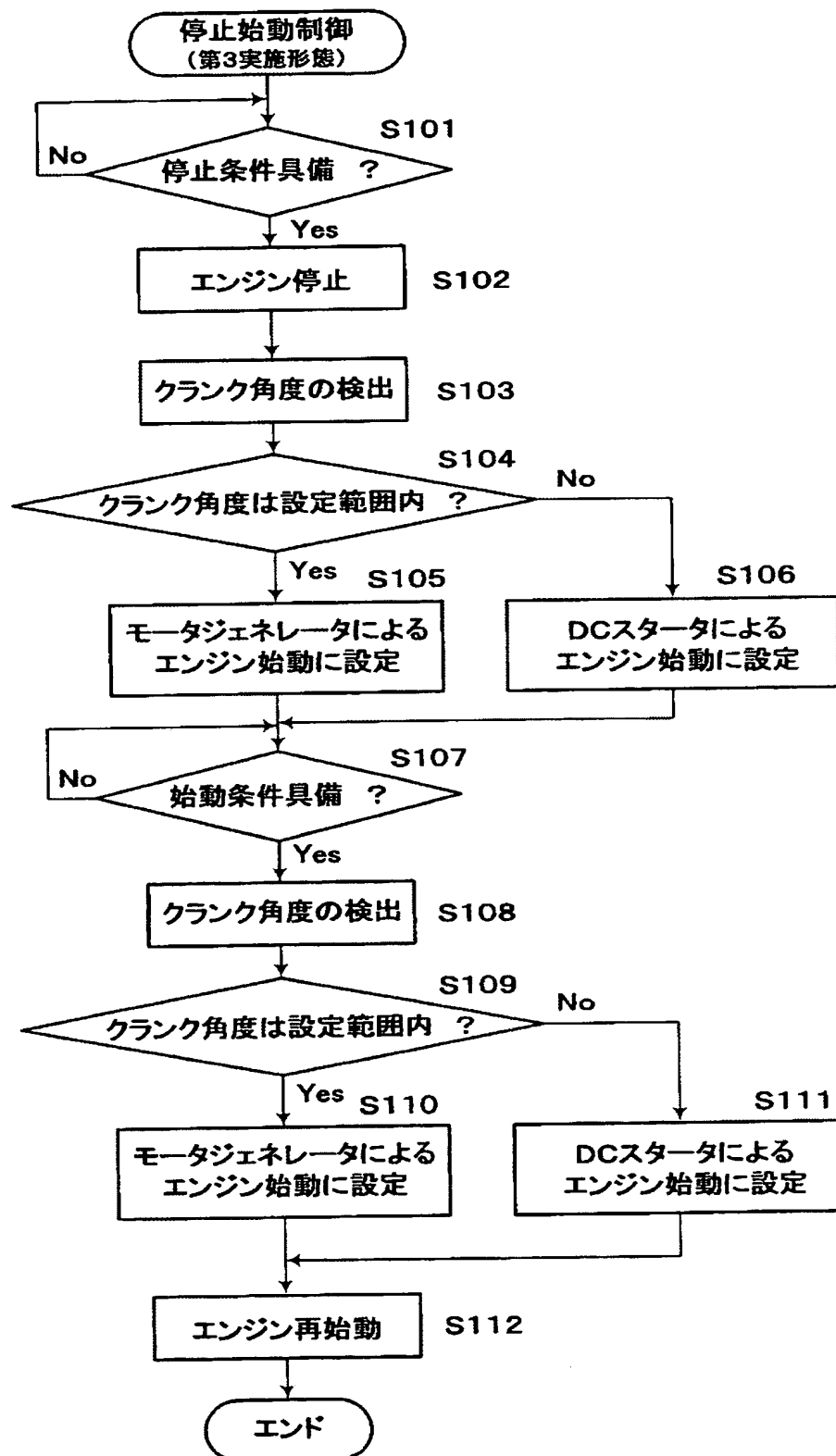
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 停止制御後におけるクランク角度停止位置の状態に応じて、迅速かつ確実にエンジンを再始動させるエンジン始動制御方法を提供する。

【解決手段】 アイドリングストップなどのエンジンの自動停止制御によって、クランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止制御されている場合、又はそのクランク角度停止位置が高精度に推定できる場合には、次回のエンジン再始動時には、電動機又は発電機として機能するモータジェネレータなどによりエンジン自動再始動を行う。一方、クランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止制御されていない場合、そのクランク角度停止位置が高精度に推定できない場合、又は停止制御後にクランク角度停止位置が変化した場合には、次回のエンジン再始動時には、モータジェネレータより出力トルクの大きなDCスタータにより迅速かつ確実にエンジンの再始動を行う。

【選択図】 図10

特願 2 0 0 3 - 0 2 7 2 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社